

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ :

A) ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΑΩΝ

B) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :

ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ του Ιωάννη Α.Μ. : 3679

ΚΑΝΕΛΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ του Ανδρέα Α.Μ. : 3804



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ : ΜΕΡΟΣ 1

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Όλες οι λύσεις στα προβλήματα εφαρμοσμένης μηχανικής αρχίζουν με έναν υπολογισμό ή μια εκτίμηση των όσων πρέπει να γίνουν (δηλ., ποσολογώντας το πρόβλημα). Ο σκοπός των υπολογισμών των θερμικών και ψυκτικών φορτίων, είναι να ποσολογηθούν τα θερμικά ή/και ψυκτικά φορτία στο χώρο (ή χώρους) για να ρυθμιστούν. Οι κατά προσέγγιση εκτιμήσεις των φορτίων, μπορούν να γίνουν και κατά τη διάρκεια της φάσης του σχεδίου. Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού ανάπτυξης και τελικού σχεδίου, πρέπει να γίνονται τακτικοί, λεπτομερείς και καλά τεκμηριωμένοι υπολογισμοί των φορτίων, επειδή αποτελούν τη βάση για την επιλογή του εξοπλισμού, των αγωγών και του σχεδίου των σωληνώσεων και της ψυχομετρικής ανάλυσης. Οι σημερινοί κώδικες ενέργειας και κατασκευής απαιτούν επίσης μια λεπτομερή τεκμηρίωση για τη συμμόρφωση στους κανονισμούς.

Ενώ κάποιες φορές μπορεί να φαίνεται περιττό να σημειώνουμε όλα τα κριτήρια και τις υποθέσεις μας, τα στοιχεία αυτά είναι πολύτιμα όταν προκύπτουν αλλαγές ή απορίες, μήνες ή και χρόνια αφότου ολοκληρωθεί η μελέτη.

Αυτό το κεφάλαιο αναφέρει πολλά στοιχεία πινάκων από το εγχειρίδιο ASHRAE. Πολλοί από αυτούς τους πίνακες απαιτούν πολλές σελίδες που βρίσκονται στο εγχειρίδιο και παρουσιάζονται εδώ περιληπτικά. Για όλους τους πίνακες, αναφερθείτε στο εγχειρίδιο.

3.2 Χρησιμότητα των υπολογιστών

Η τρέχουσα πρακτική είναι να χρησιμοποιηθούν υπολογιστές για τους υπολογισμούς των φορτίων. Υπάρχουν πολλά υπολογιστικά προγράμματα για τα φορτία, με ποικίλους βαθμούς πολυπλοκότητας και ακρίβειας. Πολλά μπορούν να 'τρέξουν' σε μικρούς, προσωπικούς υπολογιστές ενώ άλλα απαιτούν μεγάλα συγκροτήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, που συνήθως παρέχονται από κέντρα υπηρεσιών υπολογιστών. Υπάρχουν πολλά σημαντικά πράγματα που πρέπει να θυμόμαστε όταν χρησιμοποιούμε έναν υπολογιστή:

1. Η εισαγωγή πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά και με ακρίβεια. Αυτό δεν είναι μια απλή διαδικασία δεδομένου ότι ολόκληρη η εισαγωγή μπορεί να είναι ογκώδης και σύνθετη. Στην πραγματικότητα, αυτό παίρνει τουλάχιστον τόσο χρόνο για να εισαχθεί κατάλληλα και να ελεγχθούν τα στοιχεία όσο κάνει κάποιος για να υπολογίσει τα φορτία με το χέρι.

2. Τα αποτελέσματα πρέπει να ελέγχονται για να είναι μέσα σε λογικά πλαίσια. Πολλοί, βλέπουν τα αποτελέσματα του υπολογιστή σαν τέλεια και οριστικά. Αυτό σπάνια είναι σωστό σε μία εργασία HVAC.

3. Διαφορετικά υπολογιστικά προγράμματα φορτίων μπορούν να βγάλουν διαφορετικά αποτελέσματα για τα ίδια δεδομένα. Εν μέρει, αυτό οφείλεται στο τρόπο που τα προγράμματα χειρίζονται την ηλιακή επίδραση και τη δυναμική των

οικοδομημάτων. Οι διαφορές όμως μπορεί και να είναι σημαντικές. Κατά τη χρησιμοποίηση ενός νέου προγράμματος, ο χειριστής είναι υποχρεωμένος να ελέγχει τα αποτελέσματα, κάνοντας τους απαραίτητους υπολογισμούς με το χέρι.

Υπάρχουν επίσης πολλά προγράμματα υπολογιστών για την κατανάλωση της ενέργειας. Πολλά περιλαμβάνουν υπορουτίνες για τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Αυτοί οι υπολογισμοί είναι σπάνια κατάλληλοι για τη μελέτη, διότι έχουν κάποιους περιορισμούς.

Ο υπολογισμός μέσω υπολογιστών έχει ένα μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με τον χειρωνακτικό υπολογισμό. Με τον χειρωνακτικό υπολογισμό, απαιτείται μία συγκεκριμένη ώρα (ή ώρες) της ημέρας και χρειάζονται διαφορετικοί υπολογισμοί για κάθε φορά. Ο υπολογιστής μπορεί να υπολογίσει τα φορτία σε 12 ή περισσότερες διαφορετικές ώρες από μία και μόνο εισαγωγή δεδομένων. Αυτό είναι υπέρ πολύτιμο για την οργάνωση των ζωνών, τον καθορισμό των μέγιστων φορτίων και την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού.

Σε αυτό το βιβλίο, περιγράφουμε τους χειρωνακτικούς υπολογισμούς έτσι ώστε ο αναγνώστης να κατανοήσει τις αρχές του υπολογισμού των φορτίων του HVAC και να είναι σε θέση να αξιολογεί την εισαγωγή και τα αποτελέσματα ενός υπολογιστή.

3.3 Κανόνες of Thumb Calculations

Κάθε χρήστης ενός HVAC χρειάζεται κάποια πρακτικά εμπειρικά στοιχεία να χρησιμοποιήσει για να προσεγγίσει τα φορτία και τα μεγέθη του εξοπλισμού κατά τη διάρκεια των αρχικών εννοιολογικών σταδίων της διαδικασίας του σχεδίου. Αυτά τυπικά είναι τετραγωνικά πόδια ανά τον τόνο για ψύξη, Btu ανά τετραγωνικά πόδια για θέρμανση και κυβικά πόδια ανά λεπτό ανά τετραγωνικά πόδια για τον αέρο-χειροκίνητο εξοπλισμό. Οι τιμές που χρησιμοποιούνται, ποικίλουν ανάλογα με το κλίμα και την εφαρμογή και πάντα παίρνονται εμπειρικά. Αυτοί οι αριθμοί μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και σαν "σημεία ελέγχου" κατά τη λεπτομερή διαδικασία του υπολογισμού για να προειδοποιήσουν το χειριστή για ασυνήθιστους όρους ή για υπολογιστικά λάθη. Για παράδειγμα, οι τιμές των ψυκτικών φορτίων στον Πίνακα 3.1 είναι υπολογισμένες σε παραδοσιακά εμπειρικά στοιχεία και δεν ισχύουν σε όλες τις περιπτώσεις. Η πρακτική ενέργεια της συντήρησης στο περίβλημα της κατασκευής, στο σχέδιο φωτισμού και στο σχέδιο των συστημάτων έχει σε πολλές περιπτώσεις επιδράσει στα μειωμένα φορτία. Αλλά η αυξημένη χρήση των υπολογιστών και άλλων συσκευών έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των συσκευών κλιματισμού. Οι χρήστες πρέπει να αναπτύξουν τα δικά τους στοιχεία εάν τα στοιχεία είναι αξιόπιστα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 Προσεγγιστική εκτίμηση της τιμής των ψυκτικών φορτίων

Τύπος οικοδόμησης	ft ² /ton
Κατοικία	600-700
Τάξη	200-250
Γενικό γραφείο	300-350
Δωμάτιο συσκέψεων	100-200
Αίθουσα bowling	*
Δωμάτιο καθαρισμού	100-300 *
Δωμάτιο ασθενών σε νοσοκομείο	300-350 °
Κατασκευές	250-350 †
Αρένες, κ.τ.λ.	150-200
Αίθουσες συνδιαλέξεων σε ξενοδοχεία	200-250
Αίθουσες επεξεργασίας δεδομένων	80-100 ^

* : Ένας τόνος ανά πάροδο και επιπλέον για τις περιοχές των θεατών, την υπηρεσία τροφίμων, κ.τ.λ..

° : Απαιτούνται 8 με 10 ft³ / (min ανά ft²).

° : Οι περισσότεροι κώδικες δεν επιτρέπουν την επανακυκλοφορία του αέρα επιστροφής από τα δωμάτια των ασθενών.

† : Κάποιες ειδικές περιοχές μπορεί να έχουν άλλες απαιτήσεις.

^ : Κεντρικοί υπολογιστές και διάφορα βοηθήματα.

3.4 Κριτήρια μελέτης

Το πρώτο βήμα σε οποιοδήποτε υπολογισμό φορτίων, είναι να καθιερωθούν τα κριτήρια του σχεδίου για το πρόγραμμα. Αυτά τα δεδομένα πρέπει να γραφτούν σε τυποποιημένα έντυπα, όπως είναι αυτά που φαίνονται στα σχέδια : 3.1 , 3.2 και 3.3, και απαιτούνται είτε για τους χειρονακτικούς υπολογισμούς είτε για τους υπολογισμούς με τον υπολογιστή.

Για τους χειρονακτικούς υπολογισμούς, κάποιιο συγκεκριμένοι χρόνοι της ημέρας πρέπει να υποτεθούν επειδή δεν είναι πρακτικό να τους υπολογίζουμε με το χέρι για κάθε ώρα της παραμονής. Λόγω των ηλιακών αποτελεσμάτων, τα μέγιστα φορτία στις εξωτερικές ζώνες εξαρτώνται από την έκθεση- σε ένα χαρακτηριστικό κτήριο γραφείων, οι ζώνες που έχουν ανατολικό προσανατολισμό έχουν αιχμή από τις 10 π.μ. έως το μεσημέρι, αυτές με νότιο προσανατολισμό από το μεσημέρι έως τις 2 μ.μ., και αυτές με δυτικό και βόρειο προσανατολισμό από τις 3 έως τις 6 μ.μ. και κάποιες φορές και αργότερα. Επειδή οι ηλιακοί συντελεστές για τα τζάμια που έχουν νότιο προσανατολισμό είναι μεγαλύτεροι το χειμώνα απ' ότι το καλοκαίρι, ένα διάστημα νότιου προσανατολισμού μπορεί να έχει ένα μεγαλύτερο μέγιστο ψυκτικό φορτίο το Νοέμβρη ή το Δεκέμβρη απ' ότι τον Ιούνιο ή τον Ιούλιο ακόμα και αν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι πιο ψυχρές. Οι συντελεστές των φορτίων που περιγράφονται παρακάτω πρέπει να καθοριστούν για όλους αυτούς τους χρόνους. Επιπλέον, στα υποτιθέμενα μέγιστα φορτία, όλες οι ζώνες πρέπει να υπολογιστούν την ώρα αιχμής του κτηρίου, συνήθως στις 3 μ.μ. για ένα κτήριο γραφείων. Τα δημόσια κτήρια συνελεύσεων όπως είναι οι εκκλησίες και οι αρένες, συνήθως έχουν αιχμή 2 έως 3 ώρες στην κατελιμμένη περίοδο. Η μάζα του περιβλήματος αποθηκεύει θερμότητα που εκπέμπεται αργότερα στο δωμάτιο.

3.4.1 Όνομα προγράμματος, τοποθεσία, ταυτότητα εργασίας, ημερομηνία, όνομα μελετητή

Τι δεν είναι πιο προφανές από την ανάγκη να δείχνεις την ταυτότητα της δουλειάς, την ημερομηνία και τα αρχικά του μελετητή σε κάθε σελίδα των υπολογισμών. Η θέση καθορίζει το γεωγραφικό πλάτος, το γεωγραφικό μήκος, το ύψος και τις καιρικές συνθήκες. Το γεωγραφικό πλάτος είναι σημαντικό όταν εξετάζουμε τα κέρδη της ηλιακής θερμότητας, το ύψος είναι σημαντικό επειδή καθορίζει την τυποποιημένη τοπική πυκνότητα του αέρα, η οποία έχει επιπτώσεις στη παροχή της ροής του αέρα και στην απόδοση του εξοπλισμού, ενώ το γεωγραφικό μήκος τοποθετεί την εργασία σε μια χρονική ζώνη, η οποία μπορεί να έχει μια σχεδόν 1-h επίδραση στο συσχετισμό μεταξύ του τοπικού και του ηλιακού χρόνου.

3.4.2 Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία και υγρασία

Οι εσωτερικοί παράγοντες καθορίζονται από τις εκάστοτε απαιτήσεις (βλέπε Παράγραφο 1.9). Για άνετο κλιματισμό, συνήθως προτείνονται καταστάσεις από 75 °F και 40 με 50 % σχετική υγρασία, αν και κάποιοι κανόνες ενέργειας απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες. Για ιδανική θέρμανση, συνήθως μία εσωτερική θερμοκρασία 70 με 72 °F είναι ικανοποιητική. Πολλοί, θα προσπαθήσουν να λειτουργήσουν το σύστημα σε χαμηλότερες ή σε υψηλότερες θερμοκρασίες και αυτό συνήθως θα γίνεται τον περισσότερο καιρό. Τα περισσότερα HVAC συστήματα τείνουν και πρέπει να είναι μεγάλοι μεγέθους για ποικίλους λόγους, κάποιους από τους οποίους θα τους αναφέρουμε παρακάτω.

Οι εξωτερικοί παράγοντες καθορίζονται από δημοσιευμένα στοιχεία για την συγκεκριμένη τοποθεσία, βασισμένα στα καιρικά φαινόμενα. Ο Πίνακας 3.2 έχει κάποια στοιχεία για ορισμένες περιοχές. Το εγχειρίδιο ASHRAE των Βασικών Αρχών, έχει στοιχεία για πάνω από 1000 περιοχές της Βόρειας Αμερικής και απ' όλο τον κόσμο. Για άνετο κλιματισμό, προτείνεται η χρήση του 2.5 % ενώ για άνετη θέρμανση χρησιμοποιούμε το 99.0 %, εκτός από τη χρήση ακραίων καιρικών συνθηκών για ορισμένες εφαρμογές θέρμανσης. Σημειώστε ότι η μέγιστη θερμοκρασία υγρού βολβού (Y.B.) σπάνια διαφέρει την ίδια στιγμή όπως η θερμοκρασία ξηρού βολβού (X.B.). Για τις περιοχές οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται στη λίστα, μπορούμε να τα πάρουμε τα στοιχεία τους κάνοντας παρεμβολή, αλλά αυτό πρέπει να γίνεται μόνο από έναν πεπειραμένο μετεωρολόγο.

Οι θερμοκρασίες της μελέτης και οι συνθήκες υγρασίας πρέπει να σχεδιαστούν σε ένα ψυχομετρικό χάρτη. Ύστερα η σχετική υγρασία (RH) και η ενθαλπία (h) μπορούν να διαβαστούν τόσο καλά όσο και η εσωτερική θερμοκρασία υγρού βολβού. (Βλέπε Κεφάλαιο 19 για τους ψυχομετρικούς χάρτες).

(ΟΝΟΜΑ ΕΤΑΙΡΙΑΣ)
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Όνομα εργασίας _____
Τοποθεσία _____
Αριθμός εργασίας Από _____
Ημερομηνία _____
Φύλλο 1 από _____

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ

Εξωτερική θερμοκρασία : Καλοκαίρι ___ F db, ___ F wb, ___ % rh h = ___
Χειμώνας ___ F db, ___ F wb, ___ % rh h = ___

Εσωτερική θερμοκρασία : Καλοκαίρι ___ F db, ___ F wb, ___ % rh h = ___
Χειμώνας ___ F db, ___ F wb, ___ % rh h = ___

Καλοκαίρι : $\Delta T =$ ___ F, $\Delta h =$ ___ **Χειμώνας** : $\Delta T =$ ___

Υψόμετρο _____ ft.
Αναλογία πυκνότητας αέρα _____
Πυκνότητα αέρα _____ lb/cu ft.
Συντελεστής αέρα _____ Btuh/cfm F.
Γεωγραφικό πλάτος _____

Βάση για το χρήστη : Εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές αρχές ,1985

Παράγοντες :

Άνθρωποι : Αισθητό ___ Btuh/άτομο, Λανθάνον ___ Btuh/άτομο
Φώτα : Τύπος _____ Watts/sq ft _____
Συντελεστής παροχής (1) _____
Πολλαπλασιαστής (3.41 × παράγοντα επιδόματος) _____
Συσκευές : _____ Watts/sq ft.
Ισχύς : _____ Watts/sq ft.
Διήθηση : _____

Πίνακες χρόνου παραμονής:

Άνθρωποι :
Φώτα :
Συσκευές :
Ισχύς :

CLF (Παράγοντες ψυκτικών φορτίων)

Άνθρωποι :
Φώτα :
Συσκευές :
Ισχύς :

(1) Συντελεστής αντίστασης ή ισοδύναμη διόρθωση.

Σχέδιο 3.1 Πρότυπο έντυπο κριτηρίων, φύλλο 1.

(ΟΝΟΜΑ ΕΤΑΙΡΙΑΣ)
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Όνομα εργασίας _____
 Αριθμός εργασίας _____ Από _____
 Ημερομηνία _____
 Φύλλο 2 από _____

Συντελεστής "U"

Αναφορά: Εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές αρχές, 1985

	Κατασκευή	Κώδικας	U	Πολ/στης θέρμανσης
ΣΤΕΓΗ (1) ΣΤΕΓΗ (2) ΤΟΙΧΟΣ (1)				
ΤΟΙΧΟΣ (2) ΤΖΑΜΙ (1) ΤΖΑΜΙ (2)				
ΧΩΡΙΣΜΑ (1) ΧΩΡΙΣΜΑ (2) ΠΑΤΩΜΑ (1)				
ΠΑΤΩΜΑ (2)				

SHGF & SC

Αναφορά: Εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές αρχές, 1985, Κεφάλαιο 27

Επιφάνεια	Χρόνος →	SHGF				SC			
ΤΖΑΜΙ (1) ΤΖΑΜΙ (1) ΤΖΑΜΙ (1) ΤΖΑΜΙ (1)									
ΤΖΑΜΙ (2) ΤΖΑΜΙ (2) ΤΖΑΜΙ (2) ΤΖΑΜΙ (2)									

Σχέδιο 3.2 Πρότυπο έντυπο κριτηρίων, φύλλο 2.

(ΟΝΟΜΑ ΕΤΑΙΡΙΑΣ)
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Όνομα εργασίας _____
 Αριθμός εργασίας Από _____
 Ημερομηνία _____
 Φύλλο 3 από _____

CLTD, CLF & ΔΤ

Αναφορά: Εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές αρχές, 1985

ΧΡΟΝΟΣ	CLTD				CLF				ΔΤ
ΣΤΕΓΗ (1) ΣΤΕΓΗ (2)									
ΤΟΙΧΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΤΟΙΧΟΣ									
ΤΖΑΜΙ ΤΖΑΜΙ ΤΖΑΜΙ ΤΖΑΜΙ									
ΤΖΑΜΙ ΤΖΑΜΙ ΤΖΑΜΙ ΤΖΑΜΙ									
ΧΩΡΙΣΜΑ(1) ΧΩΡΙΣΜΑ(2) ΠΑΤΩΜΑ(1) ΠΑΤΩΜΑ(2)									
ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΦΩΤΑ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΙΣΧΥΣ									

Σχέδιο 3.2 Πρότυπο έντυπο κριτηρίων, φύλλο 3.

3.4.3 Υψόμετρο (πάνω από τη στάθμη της θάλασσας)

Περίπου μέχρι τα 2000 πόδια, η αλλαγή της πυκνότητας του αέρα έχει μία επίδραση λιγότερο του 7 % (βλέπε Πίνακα 3.3). Σε μεγαλύτερα υψόμετρα, η χαμηλότερη πυκνότητα του αέρα έχει μία σημαντικά αυξανόμενη επίδραση στα αεροχειροκίνητα στην απόδοση των συστημάτων. Οι ικανότητες του εναλλάκτη θερμότητας (coil) μειώνονται. Οι ανεμιστήρες ακόμα κινούνται με την ίδια ένταση του αέρα, αλλά η ικανότητα της θέρμανσης / ψύξης μειώνεται γιατί ο όγκος του αέρα έχει λιγότερη μάζα. Οι ιδιότητες των εξατμιστικών των πύργων συμπύκνωσης και ψύξης είναι ελαφρώς – αλλά όχι τελείως – αναλογικά μειωμένες. Οι αλλαγές στο ψυχομετρικό διάγραμμα περιγράφονται στο Κεφάλαιο 19. Επίσης ο συντελεστής του αέρα επηρεάζεται από το υψόμετρο επειδή επηρεάζει την πυκνότητα του αέρα. Ο τύπος για τον συντελεστή του αέρα (AF) είναι :

$$AF = \text{πυκνότητα} \times SH \times 60 \text{ min/h} \quad (3:1)$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3 Αλλαγή του συντελεστή του αέρα ανάλογα με το ύψος
(Τιμές κατά προσέγγιση σε 60 °F)

Υψος πάνω από τη θάλασσα (ft)	Ατμοσφαιρική πίεση (lb/in ²)	Αναλογία πυκνότητας	Αναλογία (lb/ft ³)	Συντελεστής αέρα (Btu*h / [(ft ³ /min) ⁰ F]
0	14.7	1.000	0.075	1.08
1,000	14.2	0.966	0.072	1.04
2,000	13.7	0.932	0.070	1.01
3,000	13.2	0.898	0.067	0.97
4,000	12.7	0.864	0.065	0.93
5,000	12.2	0.830	0.062	0.90
6,000	11.8	0.803	0.060	0.87
7,000	11.3	0.769	0.058	0.83
8,000	10.9	0.741	0.056	0.80
9,000	10.5	0.714	0.054	0.77
10,000	10.1	0.687	0.052	0.74

Όπου AF = ο συντελεστής του αέρα για τον καθορισμό του ποσοστού της ροής του αέρα, Btu*h / [(ft³/min)⁰F].

Πυκνότητα = η πυκνότητα του αέρα για το υψόμετρο και τη θερμοκρασία του σχεδίου (για τον κλιματισμό χρησιμοποιούμε 60 °F), lb / ft³.

SH = η συγκεκριμένη θερμότητα του αέρα, για τη θερμοκρασία και την πίεση του σχεδίου.

Για την στάθμη της θάλασσας (έχοντας σταθερή την πυκνότητα του αέρα), έχουμε :

$$AF = 0.075 \times 0.24 \times 60 = 1.08 \text{ Btu*h} / [(\text{ft}^3/\text{min})^0 \text{F}].$$

Κάποιοι μελετητές και εγχειρίδια χρησιμοποιούν το 1.10 Btu*h / [(ft³/min)⁰F].

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 Κλιματολογικές συνθήκες στις Ηνωμένες Πολιτείες

Πόλη, Πολιτεία	Χειμώνας, °F			Καλοκαίρι, °F							Μεσαία και ετήσια όρια, °F		
	Γεωγραφικό πλάτος (βαθμοί)	Υψόμετρο (πόδια)	Θερμοκρασία σχεδίου Υ.Β.		Η θερμοκρασία Υ.Β. συμπύπτει με του Ξ.Β.			Ημερήσια διακύμανση	Θερμοκρασία σχεδίου Ξ.Β.				
			99%	97.5%	1%	2.5%	5%		1%	2.5%	5%	Μέγιστο	Ελάχιστο
Φοίνιξ, AZ	33	1112	31	34	109/71	107/71	105/71	27	76	75	75	113	27
Λος Άντζελες, CA	34	97	41	43	83/68	80/68	77/67	15	70	69	68	---	---
Ντένβερ, CO	40	5283	-5	1	93/59	91/59	89/59	28	64	63	62	97	-10
Ουάσιγκτόν, DC	39	41	14	17	93/75	91/74	89/74	18	78	77	76	98	7
Μαϊάμι, FL	26	7	44	47	91/77	90/77	89/77	15	79	79	78	93	39
Ατλάντα, GA	33	1010	17	22	94/74	92/74	90/73	19	77	76	75	96	12
Σικάγο, IL	42	607	-5	0	94/74	91/73	88/72	20	77	75	74	---	---
Βοστώνη, MA	42	15	6	9	91/73	88/71	85/70	16	75	74	72	96	-1
Μινεάπολη, MN	45	834	-16	-12	92/75	89/73	86/71	22	77	75	73	97	-22
Σ. Λούις, MO	39	535	2	6	92/75	94/75	91/74	21	78	77	76	---	---
Αλμπικέρκη, NM	35	5311	12	16	96/61	94/61	92/61	27	66	65	64	98	5
Μπάφαλο, NY	43	705	2	6	88/71	85/70	83/69	21	74	73	72	90	-3
Σινσινάτι, OH	39	758	1	6	92/73	90/72	88/72	21	77	75	74	97	0
Φιλαδέλφεια, PA	40	7	10	14	93/75	90/74	87/72	21	77	76	75	96	6
Ντάλας, TX	33	481	18	22	102/75	100/75	97/75	20	78	78	77	---	---
Χιούστον, TX	30	108	28	33	97/77	95/77	93/77	18	80	79	79	99	23
Σιάτλ, WA	47	20	22	27	85/68	82/66	78/65	19	69	67	65	90	22

ΠΗΓΗ : Από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 24, Πίνακας 1. Χρησιμοποιημένο με άδεια.

3.5 Παράγοντες για τμήματα των φορτίων

3.5.1 Εσωτερικά θερμικά κέρδη

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη οφείλονται στους ανθρώπους, στα φώτα, στις συσκευές και στις δραστηριότητες. Τα θερμικά κέρδη από τους ανθρώπους είναι μια λειτουργία ανάλογη με το επίπεδο των δραστηριοτήτων (βλέπε πίνακα 3.4).

Τα θερμικά κέρδη από τα φώτα είναι μια λειτουργία της μονάδας ισχύος σε watt, με παροχή $3.413 \text{ Btu}\cdot\text{h} / \text{W}$. Για λάμπες φθορισμού και για βιομηχανικού τύπου κουφώματα, πρέπει να χρησιμοποιείται ένας παράγοντας έρματος (μετασχηματιστής). Ένας τυπικός πολλαπλασιαστής για φθορισμό είναι το 1.2, με αποτέλεσμα ένα θερμικό κέρδος των $4,1 \text{ Btu}\cdot\text{h}$ ανά ονομαστικά Watt φωτισμού. Γενικά ο φωτισμός για γραφεία απαιτεί από 2 έως $3 \text{ W}/\text{ft}^2$ ανά εμβαδό δαπέδου. Το πραγματικό σχεδιάγραμμα φωτισμού πρέπει να χρησιμοποιείται όποτε είναι δυνατόν.

Τα φορτία από ειδικό φωτισμό και των συσκευών είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Η τυπική εκτίμηση για ειδικό φωτισμό και συσκευών είναι από 0.75 έως 1.0 κατά μέσον όρο, σε W/ft^2 , αν και μπορούμε να βρούμε φορτία των $3 \text{ W}/\text{ft}^2$. Κάποια μεγάλα τμήματα υπολογιστών μπορούν να επιβάλουν και $103 \text{ W}/\text{ft}^2$ στην περιοχή της εγκατάστασης.

Ο Πίνακας 3.5 περιέχει μερικά πιθανά θερμικά κέρδη από διάφορες συσκευές. Συσκευές κουζινών, κουζίνες, σόμπες, φούρνοι, κτλ., μπορούν να παρέχουν μεγάλα θερμικά κέρδη. Αυτά τα φορτία πρέπει να επιβεβαιωθούν πριν από το τελικό σχέδιο. Τα θερμικά κέρδη από τις δραστηριότητες της κατασκευής, πρέπει να υπολογίζονται από την ενέργεια που εισάγουμε στην κάθε δραστηριότητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4 Παροχή θερμικού κέρδους λόγω χρηστών από αεριζόμενους χώρους, Btu/h

Βαθμός δραστηριότητας	Τυπική εφαρμογή	Ολική θερμότητα για ενήλικους, άντρες *	Ολική ρυθμιζόμενη θερμότητα *	Αισθητή θερμότητα	Λανθάνουσα θερμότητα
Άτομα καθισμένα αναπαυτικά	Κινηματοθέατρα	400	350	210	140
Άτομα καθισμένα, με πολύ ελαφριά εργασία, γράφοντας	Γραφεία, ξενοδοχεία, διαμερίσματα	480	420	230	190
Άτομα καθισμένα, τρώγοντας	Εσπιατόρια °	52	580 °	255	325
Άτομα καθισμένα, με ελαφριά εργασία, δακτυλογραφώντας	Γραφεία, ξενοδοχεία, διαμερίσματα	640	510	255	255
Άτομα όρθια, με ελαφριά εργασία ή βαδίζοντας με αργό ρυθμό	Καταστήματα, τράπεζες	800	640	315	325
Ελαφριά εργασία γραφείου	Εργοστάσια	880	780	345	435
Βάδισμα, (3π/η), ελαφριά εργασία	Εργοστάσια	1040	1040	345	695
Μπόουλιν ς	Διάδρομος μπόουλιν	1200	960	345	615
Ελαφρύς χορός	Χορευτικά κέντρα	1360	1280	405	875
Βαριά εργασία, σκληρή δουλειά, ανυψώσεις	Εργοστάσια	1600	1600	565	1035
Βαριά εργασία, αθλητές	Γυμναστήρια	2000	1800	635	1165

- * : Οι τιμές βασίζονται σε θερμοκρασία δωματίου 78⁰ F ξηρού βολβού. Για θερμοκρασία 80⁰ F ξηρού βολβού, η ολική θερμότητα παραμένει ίδια, αλλά η αισθητή μειώνεται περίπου κατά 8% και η λανθάνουσα αυξάνεται αναλόγως.
- * : Το ολικό ρυθμιζόμενο θερμικό κέρδος βασίζεται σε κανονικά ποσοστά γυναικών, αντρών και παιδιών για την κάθε περίπτωση που έχουμε παραπάνω, με τη διαφορά ότι το κέρδος για μία ενήλικη γυναίκα είναι 85% και για ένα παιδί είναι 75% από αυτό για έναν ενήλικο άντρα.
- ° : Το ολικό ρυθμιζόμενο θερμικό κέρδος κατά τη διαδικασία του φαγητού σε ένα εσπιατόριο, περιλαμβάνει 60 Btu / h για το φαγητό ανά άτομο (30 Btu / h αισθητή και 30 Btu / h λανθάνων).
- ς : Για αίθουσες μπόουλιν για ένα άτομο ανά διάδρομο που παίζει και για όλους τους άλλους που κάθονται είναι 400 Btu / h ή στέκονται όρθιοι και περπατούν αργά είναι 790 Btu / h.

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5 Προτεινόμενη παροχή θερμικού κέρδους για ψυκτικές και διάφορες συσκευές

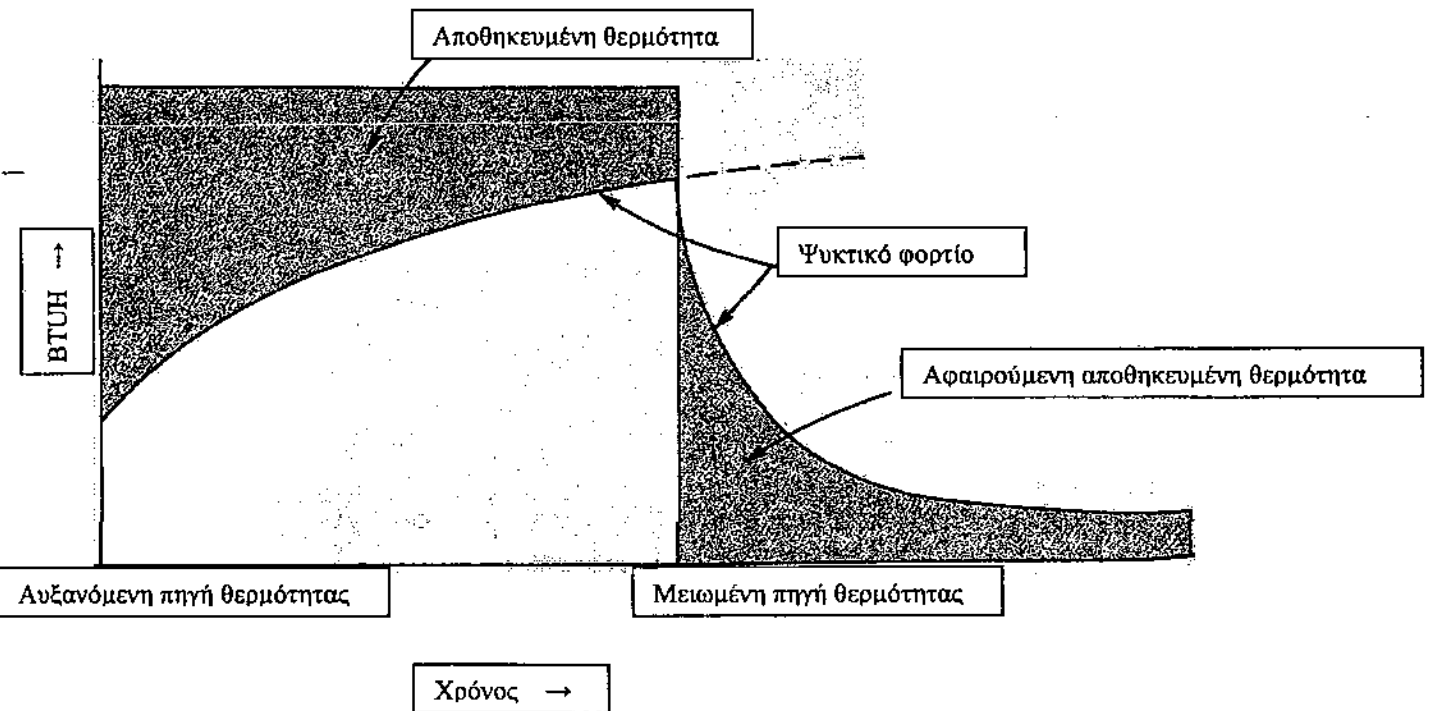
Περιγραφή συσκευής και απόδοσης	Στοιχεία και διαστάσεις Π x Μ x Υ	Προτεινόμενα φορτία κατασκευαστή	Μέγιστο φορτίο Btu h	Συνιστώμενο φορτία θερμικού κέρδους, Btu h			
				Χωρίς κουκούλα			Με κουκούλα
				Αισθητό φορτίο	Λανθάνον φορτίο	Ολικό φορτίο	Όλα αισθητά
Μαγειρική εστία, καυστήρας αερίου, τύπος μετρητή							
Εσχάρα - ταψάκι	31 x 20 x 18	36,000	18,000	11,700	6,300	18,000	3,600
Βραστήρας καφέ, 8-gal	25 σε εύρος	20,000	10,000	7,000	3,000	10,000	2,000
Συσκευές ατμού / ft ² επιφάνειάς τους		2,500	1,250	750	500	1,250	250
Καυστήρας αερίου, τύπος δαπέδου-οροφής							
Διακύμανση, συνεχής χρήση							
	32 W x 39 D	64,000	32,000	Απαιτείται κουκούλα			6,400
Φούρνος	25 x 28 x 15	40,000	20,000	Απαιτείται κουκούλα			4,000
Διακύμανση, τύπου ρέσταραν							
Ανά δύο μέρη καυστήρων	12 W x 28 D	24,000	12,000	Απαιτείται κουκούλα			2,400
Ανά φούρνο	24 x 22 x 14	30,000	15,000	Απαιτείται κουκούλα			3,000
Ανά σχάρα - ταψάκι	24 W x 26 D	35,000	17,500	Απαιτείται κουκούλα			3,500
Μαγειρική εστία, ηλεκτρική, τύπος μετρητή							
Παρασκευή καφέ, 240 cs/h	27 x 21 x 22	17,000	8,500	6,500	2,000	8,500	1,700
Κατσαρόλες, 14 lb	13 x 22 x 10	18,750	9,400	2,800	6,600	9,400	3,000
Ψηστήρα toaster, 360 φέτες / ώρα	15 x 15 x 28	7,500	3,700	1,960	1,740	3,700	1,200
Μαγειρική εστία, με θερμαινόμενο ατμό							
Συσκευές ατμού / ft ² επιφάνειάς τους		1,650	825	500	325	825	260
Κατσαρόλα ατμού, ανά γαλόνι		2,000	1,000	600	400	1,000	320
Διάφορες συσκευές							
Στεγνωτήρας μαλλιών		2,400		1,870	330		2,200
Αποστειρωτής οργάνων		3,750		650	1,200		1,850
Καυστήρας		3,000		1,680	420		2,100

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές Κεφάλαιο 26, Πίνακας 20 και 21. Χρησιμοποιημένο με άδεια.

3.5.2 Το ψυκτικό φορτίο σε σχέση με το στιγμιαίο θερμικό κέρδος

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη που αναφέραμε νωρίτερα, είναι συχνότερα μεγαλύτερα από τα πραγματικά φορτία της ψύξης εξ' αιτίας των κερδών αυτών. Αυτό είναι ένα αποτέλεσμα της αποθηκευμένης θερμότητας στα κτίρια και στα έπιπλα – και γενικά σε οτιδήποτε έχει μάζα. Η επίδραση φαίνεται στο Σχέδιο 3.4. Όσο περισσότερο το θερμικό κέρδος εμμένει, τόσο πιο κοντά το στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο πλησιάζει το πραγματικό ψυκτικό φορτίο. Οι παράγοντες του ψυκτικού φορτίου (CLFs) για διάφορα στοιχεία του θερμικού κέρδους, φαίνονται στον Πίνακα 3.6 μέσω του Πίνακα 3.13. Το συσχετιζόμενο φορτίο φωτισμού, επηρεάζεται ιδιαίτερα από το τύπο του εξαρτήματος και από την παροχή του εξαερισμού του συστήματος του κλιματισμού, όπως υποδεικνύεται στον Πίνακα 3.6.

Οι σελίδες των κριτηρίων των παραγόντων των φορτίων, πρέπει να περιέχουν τα προγράμματα της χρήσης και παραμονής, μαζί με τους παράγοντες των ψυκτικών φορτίων που εφαρμόζονται.



Σχήμα 3.4 Επίδραση της αποθήκευσης θερμότητας (ανατυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές Αρχές, 1989, σελ. 26.6)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6 Τιμές συντελεστή 'α' για έπιπλα δωματίων, ελαφριών κουφωμάτων και ρυθμίσεων του εξαερισμού

α	Έπιπλα	Εφοδιασμός και επιστροφή αέρα	Τύπος φωτισμού
0.45	Πολύ βαριά, απλά έπιπλα, χωρίς χαλιά	Μικρό ποσοστό : ο εφοδιασμός και η επιστροφή κάτω από την οροφή ($V \leq 0.5$).	Τοποθετημένα, μη αερισιμένα
0.55	Συνηθισμένα έπιπλα, χωρίς χαλιά	Μικρό προς μεγάλο ποσοστό εξαερισμού : ο εφοδιασμός και η επιστροφή κάτω από την οροφή ή ανάμεσα του ορίου σχάρας της οροφής και του χώρου ($V \leq 0.5$)	Τοποθετημένα, μη αερισιμένα
0.65	Συνηθισμένα έπιπλα, με ή χωρίς χαλιά	Μεσαίο προς μεγάλο ποσοστό εξαερισμού ή φαν-κόιλ ή μονάδα κλιματισμού τύπου εισαγωγής, ο εφοδιασμός μέσω της οροφής ή του τοίχου διάχυσης, επιστρέφει γύρω από τα ελαφριά κουφώματα και μέσω του ορίου του χώρου ($V \geq 0.5$)	Αερισιμένα
0.75 ή μεγαλύτερο	Οποιοσδήποτε τύπος επίπλων	Διοχετευμένη επιστροφή μέσω των ελαφριών κουφωμάτων	Αερισιμένα ή κρεμαστά σε ρεύμα αέρα με αεραγωγούς

V : Είναι το ποσοστό παροχής αέρα στο χώρο σε $\text{ft}^3/(\text{min})$ ανά τετραγωνικό.

ΠΗΓΗ : Επανακτωπώμενο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές Κεφάλαιο 26, Πίνακας 15, Σελ. 26.19. Χρησιμοποιημένο με άδεια.

3.5.3. Μετάδοση μέσω του περιβλήματος οικοδόμησης

Το κεφάλαιο 18 αναφέρει τη μεταφορά θερμότητας και προσδιορίζει τους συντελεστές 'U' – συντελεστές μετάδοσης της θερμότητας – για τα στοιχεία του περιβλήματος. Οι σελίδες των κριτηρίων πρέπει να περιλαμβάνουν μία περιγραφή του κάθε τοίχου, της στέγης, των χωρισμάτων και των ορόφων τα οποία σχηματίζουν ένα όριο μεταξύ των ρυθμισμένων και μη ρυθμισμένων χώρων. Από την περιγραφή, ο συντελεστής 'U' καθορίζεται σημειώστε ότι η ροή της θερμότητας (πάνω, οριζόντια, κάτω) κάνει τη διαφορά. Μετριέται σε Btu ανά ώρα ανά τετραγωνικό πόδι της περιοχής ανά βαθμό Fahrenheit της θερμοκρασιακής διαφοράς του εσωτερικού με τον εξωτερικό αέρα.

Για να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο, εξ' αιτίας του θερμικού κέρδους μέσω της διεξαγωγής των αδιαφανών τοιχωμάτων και της στέγης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η έννοια της θερμοκρασίας υπό τον ήλιο. Για περισσότερα στοιχεία γι' αυτό, αναφερθείτε στο εγχειρίδιο ASHRAE, στις Βασικές Αρχές.

Το Σχέδιο 3.5 επεξηγεί τη μεταφορά της ενέργειας, η οποία αυξάνει τη θερμοκρασία υπό τον ήλιο στον τοίχο. Αυτές κατευθύνουν και διαχέουν την ηλιακή ακτινοβολία και προκαλούν θέρμανση της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου. Η θερμοκρασία της επιφάνειας συνήθως είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική

θερμοκρασία του αέρα, η οποία αργότερα δέχεται ένα ποσοστό ψύξης. Όταν η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας είναι μεγαλύτερη από την εσωτερική θερμοκρασία των τοίχων, τότε θα έχουμε μία μεταφορά θερμότητας στους τοίχους. Ένα μέρος αυτής της θερμότητας θα αποθηκευτεί, αυξάνοντας έτσι την εσωτερική θερμοκρασία των τοίχων. Κάποιο μέρος της όμως θα μεταφερθεί με διεξαγωγή στην ψυχρότερη εσωτερική επιφάνεια και ύστερα στο δωμάτιο, σαν θερμικό κέρδος. Η διαδικασία είναι δυναμική, επειδή η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας συνεχώς αλλάζει ανάλογα με τη γωνία του ήλιου. Σε ορισμένους χρόνους της ημέρας και της νύχτας, ένα μέρος της αποθηκευμένης θερμότητας θα μεταφερθεί πίσω στην εξωτερική επιφάνεια. Μόνο ένα μέρος της θερμότητας που εισέρχεται στους τοίχους μετατρέπεται σε ψυκτικό φορτίο και αυτό επειδή καθυστερείται από τα αποτελέσματα της αποθήκευσης. Έτσι όσο περισσότερη θα είναι η μάζα του τοίχου, τόσο θα είναι και η καθυστέρηση που θα έχουμε.

Η θερμοκρασία υπό τον ήλιο παράγει μία ισοδύναμη εξωτερική θερμοκρασία η οποία είναι μία συνάρτηση του χρόνου της ημέρας και του προσανατολισμού. Αυτή η τιμή έπειτα ρυθμίζεται για την επίδραση της αποθήκευσης και ο χρόνος της καθυστέρησης προκαλείται από τη μάζα του τοίχου ή της οροφής η καθημερινή θερμοκρασία ποικίλει, η οποία με τη σειρά της επιδρά στην αποθήκευση το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας, το οποίο επηρεάζει το ποσοστό της απορροφούμενης ηλιακής θερμότητας και του γεωγραφικού πλάτους και του μήνα. Οι Πίνακες 3.14 και 3.15 περιγράφουν τις θερμοκρασίες υπό τον ήλιο. Όταν αυτά τα δεδομένα συνδυαστούν με την εσωτερική θερμοκρασία του σχεδίου, τότε λαμβάνεται μία ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά (CLTD). Τότε το ψυκτικό φορτίο είναι :

$$q = UA \times CLTD \quad (3.2)$$

Όπου q = το ψυκτικό φορτίο, σε Btu*h, για το συγκεκριμένο τμήμα και

A = η περιοχή, σε ft^2 , για το συγκεκριμένο τμήμα.

Ο Πίνακας 3.16 μέσω του 3.20 μας δίνει στοιχεία για να υπολογίσουμε το CLTD για διάφορους προσανατολισμούς και ηλιακούς χρόνους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7 Ο συντελεστής 'b' υπολογισμένος για διαφορετικά περιβλήματα κατασκευών και για τα ποσοστά του αέρα στο χώρο

Κατασκευές περιβλημάτων δωματίων* (μάζα ανά εμβαδό, lb/ft ²)	Κυκλοφορία του αέρα στο χώρο και τύπος εφοδιασμού και επιστροφής*			
	Χαμηλή	Μεσαία	Υψηλή	Πολύ υψηλή
2" ξύλινο δάπεδο (10)	B	A	A	A
3" τσιμεντένιο δάπεδο (40)	B	B	B	A
6" τσιμεντένιο δάπεδο (75)	C	C	C	B
8" τσιμεντένιο δάπεδο (120)	D	D	C	C
12" τσιμεντένιο δάπεδο (160)	D	D	D	D

* : Το δάπεδο καλύπτεται με χαλί και επίστρωμα καουτσούκ; για ένα δάπεδο που καλύπτεται μόνο με πλακάκι δαπέδου, ταξινομείται στα δεξιά στην ίδια σειρά.

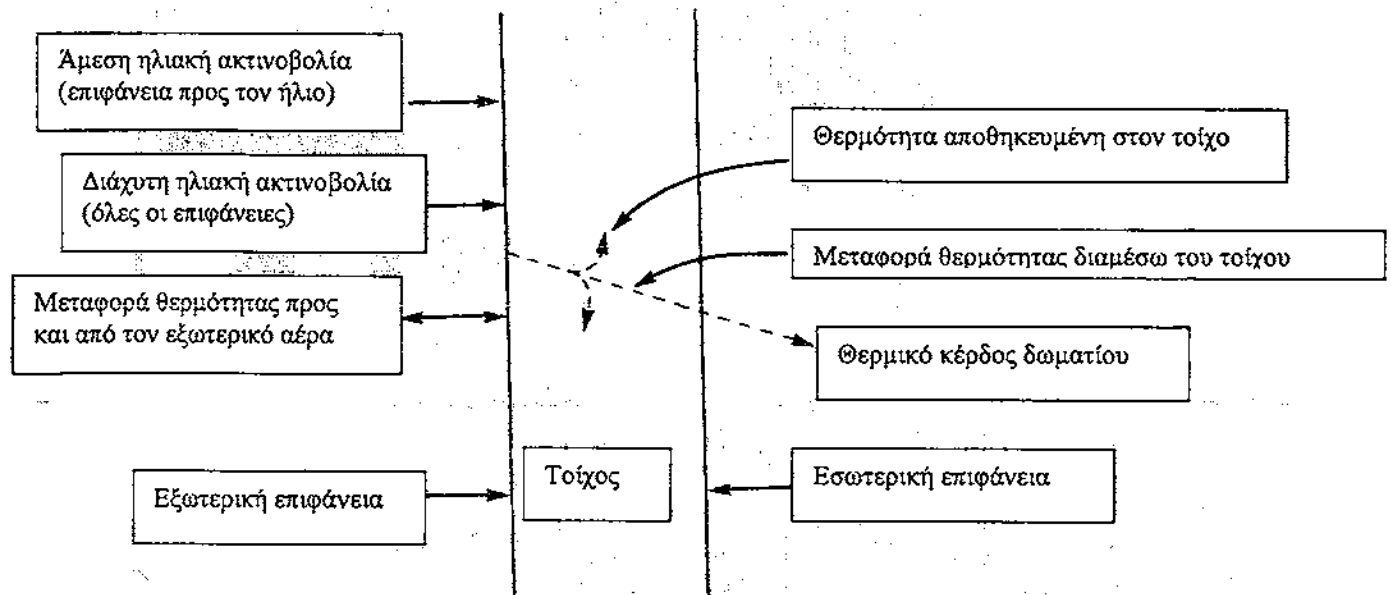
* Χαμηλό : Η χαμηλή παροχή εξαερισμού - απαιτείται το λιγότερο για να αντιμετωπιστεί το ψυκτικό φορτίο από τον φωτισμό και τους χρήστες στην εσωτερική ζώνη. Ο εφοδιασμός μέσω των δαπέδων, των τοίχων ή των ορίων διάχυσης. Το όριο χώρου δεν αερίζεται και το 'h' = 0.4 Btu/(h ft² °F) (όπου το 'h' = είναι ο εσωτερικής επιφάνειας συντελεστής μεταφοράς που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της ταξινόμησης του 'b').

Μέσο : Η μέση παροχή εξαερισμού, ο εφοδιασμός μέσω των δαπέδων, των τοίχων ή των ορίων διάχυσης. Το όριο χώρου δεν αερίζεται και το 'h' = 0.6 Btu/(h * ft² °F).

Υψηλό : Η κυκλοφορία του αέρα στα δωμάτια προκαλείται από τον αρχικό αέρα από τη μονάδα επαγωγής ή από τη μονάδα των fan coil (σπείρες ανεμιστήρα). Έτσι επιστρέφει μέσω του ορίου χώρου και το 'h' = 0.8 Btu / (h * ft² °F).

Πολύ υψηλό : Η υψηλή κυκλοφορία του αέρα στα δωμάτια χρησιμοποιείται για να ελαχιστοποιήσει τις κλίσεις της θερμοκρασίας σε ένα χώρο. Επιστρέφει μέσω του ορίου χώρου και το 'h' = 1.2 Btu/(h ft² * °F).

Πηγή : Επανατυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές Αρχές, 1985



Σχέδιο 3.5 Η έννοια της θερμοκρασίας υπό τον ήλιο

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων όταν τα φώτα είναι ανοιχτά για 8 ώρες

α Συντελεστές	β Ταξινόμηση	Ωρες αφού ανοίξουν τα φώτα																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.02	0.46	0.57	0.65	0.72	0.77	0.82	0.85	0.88	0.46	0.37	0.30	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
	B	0.07	0.51	0.56	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
	C	0.11	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
	D	0.14	0.58	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15
0.55	A	0.01	0.56	0.65	0.72	0.77	0.82	0.85	0.88	0.90	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
	B	0.06	0.60	0.64	0.68	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
	C	0.09	0.63	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.76	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10
	D	0.11	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.72	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12
0.65	A	0.01	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.29	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
	B	0.04	0.69	0.72	0.75	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.22	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	C	0.07	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.82	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	D	0.09	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09
0.75	A	0.01	0.76	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.21	0.17	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
	B	0.03	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
	C	0.05	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05
	D	0.06	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07

ΠΗΓΗ : Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων όταν τα φώτα είναι ανοιχτά για 10 ώρες

α Συντελεστές	b Ταξινόμηση	Ωρες αφού ανοίξουν τα φώτα																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.03	0.47	0.58	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.49	0.39	0.32	0.26	0.21	0.17	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	B	0.10	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.78	0.80	0.82	0.39	0.35	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
	C	0.15	0.59	0.61	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
	D	0.18	0.62	0.63	0.64	0.66	0.67	0.68	0.69	0.69	0.70	0.71	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.19
0.55	A	0.02	0.57	0.65	0.72	0.78	0.82	0.85	0.88	0.91	0.92	0.94	0.40	0.32	0.26	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
	B	0.08	0.62	0.66	0.69	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	C	0.12	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.81	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
	D	0.15	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15
0.65	A	0.02	0.66	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.31	0.25	0.20	0.16	0.13	0.11	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02
	B	0.06	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	0.89	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
	C	0.09	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
	D	0.11	0.76	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
0.75	A	0.01	0.76	0.81	0.84	0.88	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
	B	0.04	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	C	0.07	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
	D	0.08	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09

ΠΗΓΗ : Επανακυρωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10 Συντελεστές ψυκτικών φορτίων όταν τα φώτα είναι ανοιχτά για 12 ώρες

α Συντελεστές	β Ταξινόμηση	Ώρες αφού ανοίξουν τα φώτα																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.05	0.49	0.59	0.67	0.73	0.78	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.51	0.41	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06
	B	0.13	0.57	0.61	0.65	0.69	0.72	0.75	0.77	0.79	0.82	0.83	0.85	0.87	0.43	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15
	C	0.19	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79	0.80	0.81	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20
	D	0.22	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.74	0.75	0.76	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23
0.55	A	0.04	0.58	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.42	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05
	B	0.11	0.65	0.68	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.35	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12
	C	0.15	0.69	0.71	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.30	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16
	D	0.18	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.80	0.80	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19
0.65	A	0.03	0.67	0.74	0.79	0.83	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	B	0.09	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.27	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	C	0.12	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
	D	0.14	0.79	0.79	0.80	0.80	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15
0.75	A	0.02	0.77	0.81	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	B	0.06	0.81	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
	C	0.09	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
	D	0.10	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89	0.89	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11

ΠΗΓΗ : Επανατυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11 Συντελεστής θερμικού φορτίου (CLF) για ανθρώπους

Συνολικές ώρες στο χώρο	Ώρες αφού εισέρχεται στο χώρο																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

ΠΗΓΗ : Επανατυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12 Συντελεστής θερμικού φορτίου (CLF) για συσκευές – με κάλυμμα

Σύνολο λειτουργικών ωρών	Ωρες αφού οι συσκευές είναι αναμμένες																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.27	0.40	0.25	0.18	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.28	0.41	0.51	0.59	0.39	0.30	0.24	0.19	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
6	0.29	0.42	0.52	0.59	0.65	0.70	0.48	0.37	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
8	0.31	0.44	0.54	0.61	0.66	0.71	0.75	0.78	0.55	0.43	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06
10	0.33	0.46	0.55	0.62	0.68	0.72	0.76	0.79	0.81	0.84	0.60	0.18	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
12	0.36	0.49	0.58	0.64	0.69	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85	0.87	0.88	0.64	0.51	0.42	0.36	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.15	0.13	0.12
14	0.40	0.52	0.61	0.67	0.72	0.76	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.67	0.54	0.45	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19	0.16
16	0.45	0.57	0.65	0.70	0.75	0.78	0.81	0.84	0.86	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.69	0.56	0.46	0.39	0.34	0.29	0.25	0.22
18	0.52	0.63	0.70	0.75	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.71	0.58	0.48	0.41	0.35	0.30

ΠΗΓΗ : Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13 Συντελεστής θερμικού φορτίου (CLF) για συσκευές – χωρίς κάλυμμα

Σύνολο λειτουργικών ωρών	Ωρες αφού οι συσκευές είναι αναμμένες																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2	0.56	0.64	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
4	0.57	0.65	0.71	0.75	0.23	0.18	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	
6	0.57	0.65	0.71	0.76	0.79	0.82	0.29	0.22	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	
8	0.58	0.66	0.72	0.76	0.80	0.82	0.85	0.87	0.33	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	
10	0.60	0.68	0.73	0.77	0.81	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.36	0.29	0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	
12	0.62	0.69	0.75	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.38	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	
14	0.64	0.71	0.76	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.40	0.32	0.27	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	
16	0.67	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.42	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.15	0.13	
18	0.71	0.78	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.43	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18

ΠΗΓΗ : Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

3.5.4. Η διεξαγωγή και το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσω των διάφανων επιφανειών

Διάφανη επιφάνεια ορίζεται σαν το οποιοδήποτε άνοιγμα μεταφοράς προς στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Όταν διεισδύει το φως, διεισδύει και η ηλιακή ενέργεια.

Μέχρι το τέλος του Δεύτερου Παγκοσμίου Πόλεμου, οι διάφανες επιφάνειες σχεδόν πάντα αντιπροσωπεύονται από καθαρά τζάμια με εξωτερική σκίαση από τέντες ή προεξοχές και εσωτερική σκίαση από ρολά σκιάσεως, βενετικά στόρια ή κουρτίνες. Με την αυξανόμενη χρήση του κλιματισμού, καταλήξαμε στο ότι τα θερμικά κέρδη μέσω αυτού του τύπου των διάφανων επιφανειών ήταν περίπου τόσο όσο το 25 με 30 % από το συνολικό φορτίο του κλιματισμού και προσπαθήσαμε να μειώσουμε τις επιδράσεις αυτές. Η μείωση του ποσού του τζαμιού είχε μία κλειστοφοβική επίδραση σε κάποιους ανθρώπους, σε τέτοιο βαθμό ώστε οι προσπάθειες επικεντρώθηκαν στη μείωση της διείσδυσης με την τοποθέτηση υαλοπινάκων. Υπάρχουν πλέον διαθέσιμα ποικίλα υλικά, συμπεριλαμβανομένων απορροφητικά και αντανakλαστικά τζάμια.

Ο μηχανισμός της ηλιακής διείσδυσης μέσω των υαλοπινάκων, παρουσιάζεται στο Σχέδιο 3.6. Όταν η άμεση ή η διάχυτη ακτινοβολία πέφτει πάνω στους υαλοπίνακες, ένα μέρος της αντανakλάται. Ένα μέρος της όμως απορροφάται, θερμαίνοντας τα και διαφεύγει σαν μεταφερόμενη ή ακτινοβολούμενη θερμότητα. Ένα μέρος της ακτινοβολίας διέρχεται μέσω των υαλοπινάκων και στη συνέχεια απορροφάται από τα υλικά του δωματίου, προκαλώντας ένα θερμικό αποτέλεσμα και έτσι ένα ψυκτικό φορτίο (μετά από κάποια καθυστέρηση). Εάν χρησιμοποιείται εξωτερική σκίαση, τότε επηρεάζεται μόνο το διάχυτο ηλιακό συστατικό. Εάν χρησιμοποιείται εσωτερική σκίαση, τότε κάποιοι πρόσθετοι αντανakλαστικοί και απορροφητικοί παράγοντες μπορεί να παίζουν ρόλο και τότε ο μηχανισμός γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκος. Όπως αποδεικνύεται, υπάρχει επίσης διεξαγωγή μέσω των υαλοπινάκων εξ' αιτίας της διαφοράς ανάμεσα στην εξωτερική και την εσωτερική θερμοκρασία. Σε συγκεκριμένους χρόνους του έτους, η διεξαγωγή μπορεί να αντιπροσωπεύσει και μια απώλεια θερμότητας.

Πολλοί τύποι τζαμιών επεξεργάζονται για να αυξήσουν τα αντανakλώμενα και / ή απορροφητικά συστατικά. Ένας πολύ απορροφητικός υαλοπίνακας μπορεί να ζεσταθεί πολύ τότε η θερμική εκτόνωση του τζαμιού μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα εκτός εάν παρέχεται μία επαρκή ευελιξία στο σύστημα που το υποστηρίζει. Η μερική σκίαση ενός πλακιδίου, μπορεί να δημιουργήσει μία θερμική πίεση κατά μήκος της γραμμής της σκιάς. Στο παρελθόν, υπήρχαν πολλές περιπτώσεις όπου τα τζάμια ράγιζαν, έπεφταν, ή διαλυόντουσαν σε ένα δυνατό αέρα, ή και αντίθετα, έσταζαν κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας. Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν πλέον αναγνωριστεί και λυθεί.

Το ψυκτικό φορτίο εξ' αιτίας της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των διάφανων επιφανειών, υπολογίζεται από τον τύπο :

$$q = A \times SC \times MSHGF \times CLF \quad (3.3)$$

Όπου q = το ψυκτικό φορτίο, Btu*h

A = η περιοχή τοποθέτησης των υαλοπινάκων, σε ft²

SC = ο συντελεστής σκίασης

$MSHGF$ = ο μέγιστος συντελεστής θερμικών κερδών

CLF = ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου

Ο συντελεστής σκίασης καθορίζεται χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό του υλικού των υαλοπινάκων και των μεθόδων εσωτερικής σκίασης. Επειδή μπορούν να γίνουν άπειρη συνδυασμοί, πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί.

Το Εγχειρίδιο ASHRAE⁴ μας παρέχει πολλούς πίνακες που καλύπτουν αρκετούς από αυτούς τους συνδυασμούς. Αυτοί αναγράφονται εδώ όπως ο Πίνακας 3.21 μέσω του 3.25. Το Σχέδιο 3.7 απεικονίζει διάφορους συνδυασμούς κουρτινών που σχετίζονται με τον Πίνακα 3.25. Επιπλέον πληροφορίες μπορούμε να πάρουμε από τους κατασκευαστές των υαλοπινάκων. Αυτά τα στοιχεία λαμβάνονται καλύτερα με τη βοήθεια ενός ηλιακού θερμιδομετρητή, στον οποίο ο συνδυασμός του υαλοπίνακα και της σκίασης μετριέται κατά της απεριόριστης ηλιακής μετάδοσης. Η τιμή του SC πρέπει να αντιστοιχεί με την ανάγκη μας να βλέπουμε μέσω των υαλοπινάκων και η χρήση του φωτός της ημέρας να ελαχιστοποιεί την ανάγκη για επιπλέον φωτισμό.

Ο μέγιστος συντελεστής θερμικών κερδών (MSHGF) εξαρτάται από τον προσανατολισμό, το χρόνο της ημέρας και το γεωγραφικό πλάτος. Ο Πίνακας 3.26 παρέχει τιμές του MSHGF.

Ο συντελεστής του ψυκτικού φορτίου εξαρτάται από την κατασκευή του κτιρίου και από την παρουσία ή απουσία της εσωτερικής σκίασης, όπως φαίνεται στους Πίνακες 3.27 και 3.28. Αυτός ο συντελεστής λαμβάνει υπόψη τις ιδιότητες της αποθηκευμένης θερμότητας του κτιρίου και της σκίασης και την προκύπτουσα χρονική καθυστέρηση.

Η διεξαγωγή της μεταφοράς της θερμότητας μέσω των υαλοπινάκων είναι ίση με :

$$q = AU (t_o - t_i) \quad (3.4)$$

Όπου t_o και t_i είναι η εξωτερική και η εσωτερική θερμοκρασία αντίστοιχα. Χαρακτηριστικά οι συντελεστές 'U' για υαλοπίνακες φαίνονται στους Πίνακες 3.29 και 3.30.

Λόγω των αποτελεσμάτων της ηλιακής ακτινοβολίας και αποθήκευσής της στο τζάμι, η διεξαγωγή του θερμικού κέρδους πρέπει να επεξεργάζεται κατά τρόπο παρόμοιο με αυτόν που χρησιμοποιήθηκε για τους τοίχους και τις οροφές. Η διαφορά θερμοκρασίας στο σχέδιο πρέπει να διορθώνεται όπως δείχνει ο Πίνακας 3.31. Τότε το ψυκτικό φορτίο από διεξαγωγή (και μεταφορά) μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση :

$$q = UA \times CLTD \quad (3.5)$$

Αυτό προστίθεται στο άμεσο και διάχυτο ηλιακό φορτίο που παράγει το συνολικό ψυκτικό φορτίο για τις διαφανείς επιφάνειες.

Τα φύλλα των κριτηρίων πρέπει να περιλαμβάνουν δεδομένα για κάθε προσανατολισμό, κάθε συνδυασμό τζαμιού-σκίασης και κάθε χρόνο της ημέρας που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς.

Πίνακας 3.14 Θερμοκρασία υπό τον ήλιο την 21 Ιουλίου, για βόρειο πλάτος 40° N (Συνέχεια)

Χρόνος	Θερμοκρασία Αέρα, °F	B	BA	A	NA	N	NA	Δ	BA	Οριζόντια στέγη
2100	83	83	83	83	83	83	83	83	83	76
2200	81	81	81	81	81	81	81	81	81	74
2300	79	79	79	79	79	79	79	79	79	72
2400	77	77	77	77	77	77	77	77	77	70
M.O.	83	89	95	100	99	95	99	100	95	107

Η ωριαία θερμοκρασία του αέρα στη Στήλη 2, Πίνακας 2, είναι για μία τοποθεσία με μία θερμοκρασία σχεδίου 95 °F και μία διακύμανση των 21 °F. Για να υπολογίσουμε τις αντίστοιχες θερμοκρασίες για άλλες θέσεις, επιλέγουμε μία κατάλληλη θερμοκρασία σχεδίου από τη Στήλη 6, Πίνακας 1 από το Κεφάλαιο 24 και σημειώνουμε την καθημερινή εξωτερική διακύμανση (Στήλη 7). Για κάθε ώρα, παίρνουμε το ποσοστό της καθημερινής διακύμανσης που υπάρχει στον Πίνακα 3 αυτού του Κεφαλαίου και την αφαιρούμε από τη θερμοκρασία του σχεδίου.

Παράδειγμα 1 : Υπολογίστε την καλοκαιρινή θερμοκρασία υγρού βολβού για 1200 ώρες για την πόλη του Carson, στην Nevada.

Λύση : Από τον Πίνακα 1, Κεφάλαιο 24, η καθημερινή διακύμανση είναι 42 °F και το 1% της θερμοκρασία σχεδίου του υγρού βολβού είναι 93 °F. Από τον Πίνακα 3, το ποσοστό της καθημερινής διακύμανσης για τις 1200 ώρες είναι 23%. Έτσι έχουμε : η θερμοκρασία του υγρού βολβού για τις 1200 ώρες = θερμοκρασία Ξ.Β. του σχεδίου - καθημερινή διακύμανση * ποσοστό = 93.0 - [42(23/100)] = 83.3 °F.

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές

Πίνακας 3.15 Ποσοστό καθημερινής διακύμανσης

Χρόνος, (ώρες)	%	Χρόνος, (ώρες)	%	Χρόνος, (ώρες)	%	Χρόνος, (ώρες)	%
1	87	7	93	13	11	19	34
2	92	8	84	14	3	20	47
3	96	9	71	15	0	21	58
4	99	10	56	16	3	22	68
5	100	11	39	17	10	23	76
6	98	12	23	18	21	24	82

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές

Πίνακας 3.16 Περιγραφή στεγών

ΣΤΕΓΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
1	Χαλύβδινο φύλλο με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, A3, E0
2	1" ξύλο με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, B7, E0
3	4" ελαφρύ σκυρόδεμα	A0, E2, E3, C14, E0
4	2" πολύ βαρύ σκυρόδεμα με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, C12, E0
5	1" ξύλο με 2" μόνωση	A0, E2, E3, B6, B7, E0
6	6" ελαφρύ σκυρόδεμα	A0, E2, E3, C15, E0
7	2.5" ξύλο με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, B8, E0
8	8" ελαφρύ σκυρόδεμα	A0, E2, E3, C16, E0
9	4" πολύ βαρύ σκυρόδεμα με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, C5, E0
10	2.5" ξύλο με 2" μόνωση	A0, E2, E3, B6, B8, E0
11	Πεζούλι στη στέγη	A0, C12, B1, B6, E2, E3, C5, E0
12	6" πολύ βαρύ σκυρόδεμα με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, C13, E0
13	4" ξύλο με 1" μόνωση	A0, E2, E3, B5, B9, E0

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.17 Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για υπολογισμούς ψυκτικού κέρδους από επίπεδες στέγες

Περιγραφή κατασκευής	Μάζα lb/ft ²	U Btu / (h*ft ² *°F)	Τοπική ώρα													
			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΧΩΡΙΣ ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ																
1'' ξύλο με 1'' μόνωση	8	0.170	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38
4'' ελαφρύ σκυρόδεμα	18	0.213	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45
4'' βαρύ σκυρόδεμα με 1'' (ή 2'') μόνωση	52 (52)	0.200 (0.120)	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48
4'' ξύλο με 1'' (ή 2'') μόνωση	17 (18)	0.106 (0.078)	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41
ΜΕ ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ																
1'' ξύλο με 1'' μόνωση	10	0.115	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	61	58	51
4'' ελαφρύ σκυρόδεμα	20	0.134	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54
4'' βαρύ σκυρόδεμα με 1'' (ή 2'') μόνωση	53 (54)	0.128 (0.090)	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38
4'' ξύλο με 1'' (ή 2'') μόνωση	19 (20)	0.082 (0.064)	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34

ΠΗΓΗ : Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές

Κεφάλαιο 26, Πίνακας 5, Σελ 26.8 . Χρησιμοποιημένο με άδεια.

Για περιορισμούς και ρυθμίσεις βλέπε τις σημειώσεις στον πίνακα με το εγχειρίδιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.18 Περιγραφή τοίχων και κατάταξή τους

Κωδικός ομάδας	Περιγραφή κατασκευής	Μάζα lb/ft ²	U Btu / (h*ft ² * °F)	Κωδικός στοιχείων (βλέπε Πίνακα 8)
Τούβλο όψεως 4'' + (τούβλο)				
C	Κενό αέρα και τούβλο όψεως 4''	83	0.358	A0, A2, B1, A2, E0
D	Κοινό τούβλο 4''	90	0.415	A0, A2, C4, E1, E0
C	1'' μόνωση ή κενό αέρα και 4'' κοινό τούβλο	90	0.174 – 0.301	A0, A2, C4, B1/B2, E1, E0
B	2'' μόνωση και 4'' κοινό τούβλο	88	0.111	A0, A2, B3, C4, E1, E0
B	8'' κοινό τούβλο	130	0.302	A0, A2, C9, E1, E0
A	Μόνωση ή κενό αέρα και 8'' κοινό τούβλο	130	0.154 – 0.243	A0, A2, C9, B1/B2, E1, E0
Τούβλο όψεως 4'' + (βαρύ σκυρόδεμα)				
C	Κενό αέρα και 2'' σκυρόδεμα	94	0.350	A0, A2, B1, C5, E1, E0
B	2'' μόνωση και 4'' σκυρόδεμα	97	0.116	A0, A2, B3, C5, E1, E0
A	Κενό αέρα ή μόνωση και 8'' ή περισσότερο σκυρόδεμα	143 – 190	0.110 – 0.112	A0, A2, B1, C10/C11, E1, E0
Τούβλο όψεως 4'' + (ελαφρύ ή βαρύ συμπαγή σκυρόδεμα)				
E	4'' συμπαγή	62	0.319	A0, A2, C2, E1, E0
D	Κενό αέρα ή μόνωση και 4'' συμπαγή	62	0.153 – 0.246	A0, A2, C2, B1/B2, E1, E0
D	8'' συμπαγή	70	0.274	A0, A2, C7, A6, E0
C	Κενό αέρα ή 1'' μόνωση και 6'' ή 8'' συμπαγή	73 – 89	0.221 – 0.275	A0, A2, B1, C7/C8, E1, E0
B	2'' μόνωση και 8'' συμπαγή	89	0.096 – 0.107	A0, A2, B3, C7/C8, E1, E0
Τούβλο όψεως 4'' + (πλακάκι με άργιλο)				
D	4'' πλακάκι	71	0.381	A0, A2, C1, E1, E0
D	Κενό αέρα και 4'' πλακάκι	71	0.281	A0, A2, C1, B1, E1, E0
C	Μόνωση και 4'' πλακάκι	71	0.169	A0, A2, C1, B2, E1, E0
C	8'' πλακάκι	96	0.275	A0, A2, C6, E1, E0
B	Κενό αέρα ή 1'' μόνωση και 8'' πλακάκι	96	0.142 – 0.221	A0, A2, C6, B1/B2, E1, E0
A	2'' μόνωση και 8'' πλακάκι	97	0.097	A0, A2, B3, C6, E1, E0

ΠΗΓΗ: Επανακτυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Πίνακας 30, Σελ 26.35.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.18 Περιγραφή τοίχων και κατάταξής τους (συνέχεια)

Κωδικός ομάδας	Περιγραφή κατασκευής	Μάζα lb/ft ²	U Btu / (h ft ² * °F)	Κωδικοί στοιχείων (βλέπε Πίνακα 8)
Βαρύς τοίχος + (φινίρισμα)				
E	4" σκυρόδεμα	63	0.585	A0, A1, C5, E1, E0
D	4" σκυρόδεμα + 1" ή 2" μόνωση	63	0.199-0.200	A0, A1, C5; B2/B3, E1, E0
C	2" μόνωση + 4" σκυρόδεμα	63	0.199	A0, A1, B6, C5, E1, E0
C	8" σκυρόδεμα	109	0.490	A0, A1, C10, E1, E0
B	8" σκυρόδεμα + 1" ή 2" μόνωση	110	0.115-0.187	A0, A1, C10, B5/B6, E1, E0
A	2" μόνωση + 8" σκυρόδεμα	110	0.115	A0, A1, B3, C10, E1, E0
B	12" σκυρόδεμα	156	0.421	A0, A1, C11, E1, E0
A	12" σκυρόδεμα + μόνωση	156	0.113	A0, C11, B6, A6, E0
Ελαφρύ ή βαρύ συμπαγή σκυρόδεμα + (φινίρισμα)				
F	4" block + κενό αέρα / μόνωση	29	0.161-0.263	A0, A1, C2, B1/B2, E1, E0
E	2" μόνωση + 4" συμπαγή	29-37	0.105-0.114	A0, A1, B3, C2/C3, E1, E0
E	8" συμπαγή	47-51	0.294-0.402	A0, A1, C7/C8, E1, E0
D	8" συμπαγή + κενό αέρα / μόνωση	41-57	0.149-0.173	A0, A1, C7/C8, B1/B2, E1, E0
Πλακάκι με άργιλο + (φινίρισμα)				
F	4" πλακάκι	39	0.419	A0, A1, C1, E1, E0
F	4" πλακάκι + κενό αέρα	39	0.303	A0, A1, C1, B1, E1, E0
E	4" πλακάκι + 1" μόνωση	39	0.175	A0, A1, C1, B2, E1, E0
D	2" μόνωση + 4" πλακάκι	40	0.110	A0, A1, B3, C1, E1, E0
D	8" πλακάκι	63	0.296	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
C	8" πλακάκι + κενό αέρα / 1" μόνωση	63	0.151-0.231	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
B	2" μόνωση + 8" πλακάκι	63	0.099	A0, A1, B3, C6, E1, E0
Μεταλλικός τοίχος				
G	Με / χωρίς κενό αέρα + 1" / 2" / 3" μόνωση	5-6	0.091-0.230	A0, A3, B5/B6/B12, A3, E0
Πλαίσιο				
G	1 έως 3" μόνωση	16	0.081-0.178	A0, A1, B1, B2/B3/B4, E1, E0

ΠΗΓΗ: Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Πίνακας 30, Σελ 26.35.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19 Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για υπολογισμούς ψυκτικού κέρδους από ηλιαζόμενους τοίχους

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟ- ΛΙΣΜΟΣ	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ																								ΜΕΙΣΤΟ CLTD, h	ΕΛΑΧΙΣΤΟ CLTD	ΜΕΙΣΤΟ CLTD	ΔΙΑΦΟΡΑ CLTD
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400				
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ Α																												
B	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
BA	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5
A	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
NA	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	24	6
N	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6
NA	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8
Δ	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9
BA	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ Β																												
B	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7
BA	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9
A	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
NA	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24	21	14	26	12
N	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	23	11	22	11
NA	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15
Δ	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16
BA	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	9

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19 Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για υπολογισμούς ψυκτικού κέρδους από ηλιαζόμενους τοίχους (Συνέχεια)

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟ- ΛΙΣΜΟΣ	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ																										ΜΕΤΕΤΟ CLTD, h	ΕΛΑΧΙΣΤΟ CLTD	ΜΕΤΕΤΟ CLTD	ΔΙΑΦΟΡΑ CLTD
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400						
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ C																														
B	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10		
BA	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13		
A	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18		
NA	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17		
N	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	20	9	26	17		
NA	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22		
Δ	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23		
BA	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	10	27	17		
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ D																														
B	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	19	28	16	21	6	19	13		
BA	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18		
A	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	8	33	25		
NA	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24		
N	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23		
NA	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	30		
Δ	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32		
BA	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25		

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19 Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για υπολογισμούς ψυκτικού κέρδους από ηλιαζόμενους τοίχους (Συνέχεια)

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟ- ΛΙΣΜΟΣ	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ																								ΜΕΓΙΣΤΟ CLTD, h	ΕΛΑΧΙΣΤΟ CLTD	ΜΕΓΙΣΤΟ CLTD	ΔΙΑΦΟΡΑ CLTD
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400				
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ Ε																												
B	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19
BA	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22
A	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	5	38	33
NA	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32
N	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31
NA	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40
Δ	25	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43
BA	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ F																												
B	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	23	23
BA	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29
A	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43
NA	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41
N	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38
NA	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	48
Δ	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57
BA	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19 Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για υπολογισμούς ψυκτικού κέρδους από ηλιαζόμενους τοίχους (Συνέχεια)

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ																								ΜΕΓΙΣΤΟ CLTD, h	ΕΛΑΧΙΣΤΟ CLTD	ΜΕΓΙΣΤΟ CLTD	ΔΙΑΦΟΡΑ CLTD
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400				
ΟΜΑΔΑ ΤΟΙΧΩΝ G																												
B	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27
BA	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40
A	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56
NA	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52
N	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47
NΔ	5	3	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63
Δ	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71
BΔ	5	4	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55

1. Άμεση εφαρμογή του πίνακα χωρίς ρυθμίσεις :

Οι τιμές στον πίνακα, υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας τις ίδιες καταστάσεις για τοίχους όπως περιγράφεται για το συντελεστή CLTD των στεγών στον Πίνακα 5. Αυτές οι τιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλες τις κανονικές συνθήκες συνήθως χωρίς διόρθωση (εκτός από αυτά που αναφέρουμε παρακάτω) όταν το κέρδος υπολογίζεται για τον πιο ζεστό καιρό. Για τοίχους που είναι πλήρως σκιασμένοι, χρησιμοποιούμε τις τιμές του βόρειου προσανατολισμού.

2. Ρυθμίσεις στις τιμές του πίνακα :

Η ακόλουθη ισότητα ρυθμίζει κάποιες καταστάσεις οι οποίες είναι διαφορετικές από αυτές στην πρώτη σημείωση :

$$CLTD_{corr} = (CLTD + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)$$

Όπου : CLTD : είναι από τον Πίνακα 7 για τον προσανατολισμό του τοίχου.

LM : είναι η διόρθωση για τον μήνα και τον προσανατολισμό από τον Πίνακα 9.

K : είναι ένας συντελεστής που εξαρτάται από το χρώμα και είναι :

K = 1.0, είναι για σκούρα ή ανοιχτά χρώματα σε βιομηχανική περιοχή

K = 0.83, είναι για μέτριας φωτεινότητας χρώματα (σε αγροτική περιοχή)

K = 0.65, είναι για ανοιχτά χρώματα (σε αγροτική περιοχή)

Δεν πρέπει να παίρνονται άλλες τιμές για χρώματα τοίχων εκτός από σκούρα, εκτός εάν το χρώμα είναι καθιερωμένο από εμπειρικής άποψης, όπως είναι στις αγροτικές περιοχές.

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 26, Πίνακας 31, σελ. 26.36.

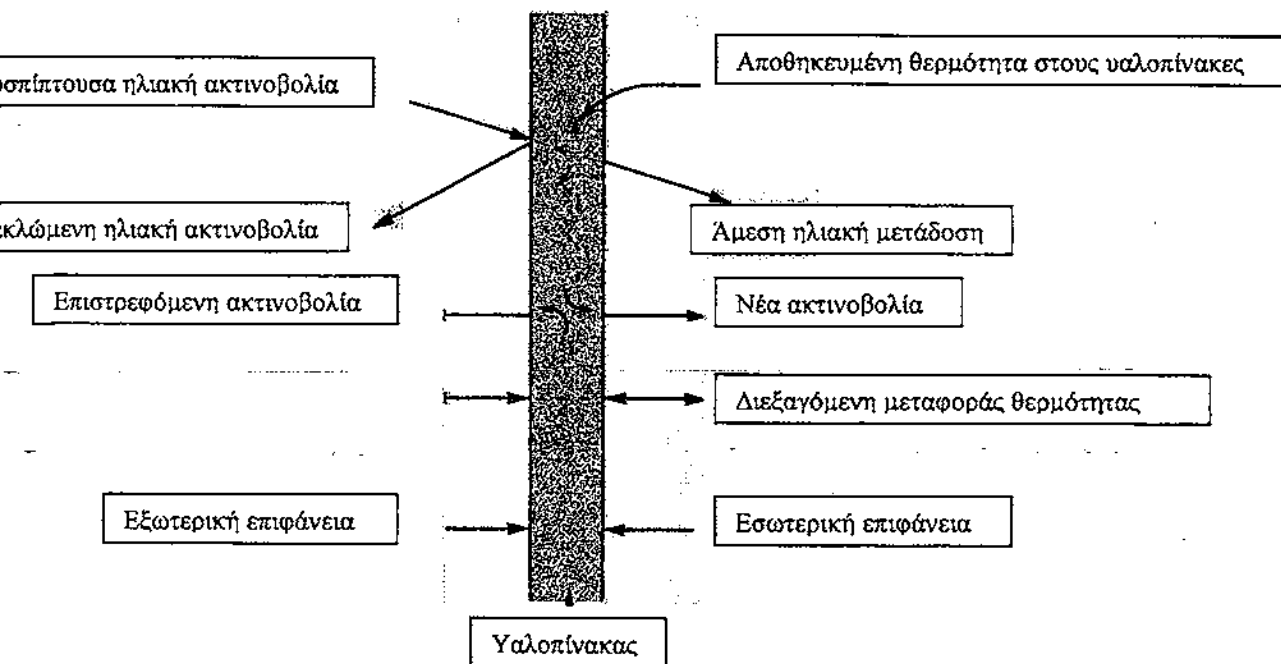
Πίνακας 3.20 Συντελεστής διόρθωσης (CLTD) του γεωγραφικού ύψους και του μήνα για τους τοίχους και τις στέγες, για το Βόρειο γεωγραφικό πλάτος

Σειρά	Μήνας	B	BBA BBA	BA BA	ABA ABA	A A	ANA ANA	NA NA	NNA NNA	N	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
0	Δεκ	-3	-5	-5	-5	-2	0	3	6	9	-1
	Ιαν/Νοε	-3	-5	-4	-4	-1	0	2	4	7	-1
	Φεβ/Οκτ	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Μαρ/Σεπ	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	0
	Απρ/Αυγ	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	Μαυ/Ιουλ	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Ιουν	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Δεκ	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ιαν/Νοε	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Φεβ/Οκτ	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Μαρ/Σεπ	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Απρ/Αυγ	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	Μαυ/Ιουλ	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Ιουν	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Δεκ	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ιαν/Νοε	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Φεβ/Οκτ	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Μαρ/Σεπ	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Απρ/Αυγ	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	Μαυ/Ιουλ	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Ιουν	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Δεκ	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ιαν/Νοε	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Φεβ/Οκτ	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Μαρ/Σεπ	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Απρ/Αυγ	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	Μαυ/Ιουλ	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Ιουν	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Δεκ	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ιαν/Νοε	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Φεβ/Οκτ	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Μαρ/Σεπ	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Απρ/Αυγ	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	Μαυ/Ιουλ	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Ιουν	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Δεκ	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ιαν/Νοε	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	1	-19
	Φεβ/Οκτ	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Μαρ/Σεπ	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Απρ/Αυγ	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	Μαυ/Ιουλ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Ιουν	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2

Πίνακας 3.20 Συντελεστής διόρθωσης (CLTD) του γεωγραφικού ύψους και του μήνα για τους τοίχους και τις στέγες, για το Βόρειο γεωγραφικό πλάτος (Συνέχεια)

48	Δεκ	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ιαν/Νοε	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Φεβ/Οκτ	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Μαρ/Σεπ	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Απρ/Αυγ	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	Μαι/Ιουλ	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Ιουν	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Δεκ	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ιαν/Νοε	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Φεβ/Οκτ	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Μαρ/Σεπ	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Απρ/Αυγ	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	Μαι/Ιουλ	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Ιουν	0	1	2	1	3	3	4	5	6	1
64	Δεκ	-7	-9	-12	-16	-17	-18	-16	-14	-12	-30
	Ιαν/Νοε	-7	-9	-12	-16	-16	-16	-13	-10	-8	-29
	Φεβ/Οκτ	-6	-8	-11	-14	-13	10	-4	1	4	-26
	Μαρ/Σεπ	-5	-7	-9	-10	-7	-4	2	7	11	-20
	Απρ/Αυγ	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	9	11	-11
	Μαι/Ιουλ	1	0	1	0	3	4	6	8	10	-3
	Ιουν	2	2	2	2	4	4	6	7	9	0

- (1) Οι διορθώσεις σ' αυτόν τον πίνακα είναι σε βαθμούς $^{\circ}\text{F}$. Οι διορθώσεις εφαρμόζονται στον συντελεστή CLTD για ένα τοίχο ή μία στέγη όπως δίνονται στους Πίνακες 5Α και 7Α.
- (2) Ο συντελεστής διορθώσεως CLTD που δίνεται σ' αυτόν τον πίνακα δεν εφαρμόζεται στον Πίνακα 10, (Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για τη διεξαγωγή μέσω τζαμιών).
- (3) Για τα νότια γεωγραφικά πλάτη, αντικαθιστούμε τον Ιανουάριο μέσω του Δεκεμβρίου από τον Ιούλιο μέσω του Ιουνίου.



Σχέδιο 3.6 Το θερμικό κέρδος μέσω των διαφανών επιφανειών

Πίνακας 3.21 Συντελεστής σκιάσεως για μονό τζάμι και μονωτικά τζάμια *

Τύπος τζαμιού	Ονομαστικό πάχος, * (in)	Ηλιακή * μεταβίβαση	Συντελεστής σκιάσεως	
			$h_o = 4.0$	$h_o = 3.0$
A. Μονό Τζάμι				
Τζάμι καθαρό	1/8	0.86	1.00	1.00
	1/4	0.78	0.94	0.95
	3/8	0.72	0.90	0.92
	1/2	0.67	0.87	0.88
Τζάμι απορροφητικό θερμότητας	1/8	0.64	0.83	0.85
	1/4	0.46	0.69	0.73
	3/8	0.33	0.60	0.64
	1/2	0.24	0.53	0.58
B. Μονωτικό τζάμι				
Καθαρό έξω και μέσα	1/8 °	0.71 ^	0.88	0.88
Καθαρό έξω και μέσα	1/4	0.61	0.81	0.82
Απορροφητικό έξω †, καθαρό μέσα	1/4	0.36	0.55	0.58

- * Αναφέρεται σε κατασκευασμένες μονάδες σε εργοστάσιο με $\frac{3}{16}$, $\frac{1}{4}$ ή $\frac{1}{2}$ ίντσες κενό αέρα ή σε παράθυρα, με ειδικά τζάμια για άσχημες καιρικές συνθήκες.
- Αναφερθείτε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για τις αντίστοιχες τιμές.
- Το πάχος της κάθε πλάκας του τζαμιού και όχι πάχος του πλαισίου του παραθύρου
- † Αναφέρεται σε απορροφητικά τζάμια με απόχρωση γκρι, χάλκινα και πράσινα.
- ^ Συνδυάζει την περατότητα για τα πλαίσια των παραθύρων

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 27, Πίνακας 20, σελ. 27.26.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.22 Συντελεστής σκίασεως για μονά τζάμια με εσωτερική σκίαση από βενετικά γρίλια ή ρολά σκίασης

Τύπος τζαμιού	Ονομαστικό πάχος* (in)	Ηλιακή μεταβίβαση	ΤΥΠΟΣ ΣΚΙΑΣΕΩΣ				
			Βενετικά στόρια		Σκιερά ρολά		
			Μέτρια	Φωτεινά	Αδιαφανή	Λευκό	Ημιδιαφανή
				Σκοτεινό	Λευκό	Φωτεινό	
Τζάμια καθαρά	3/32 - 1/4	0.87 - 0.80					
Τζάμια καθαρά	1/4 - 1/2	0.80 - 0.71					
Τζάμια καθαρά πρότυπα	1/8 - 1/2	0.87 - 0.79					
Τζάμια απορροφητικά θερμότητας	1/8	-----	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
Τζάμια βαμμένα ελαφρώς	3/16 , 7/32	0.74 , 0.71					
Τζάμια απορροφητικά*	3/16 , 1/4	0.46					
Πρότυπα απορροφητικά θερμότητας	3/16 , 1/4	-----	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
Τζάμια βαμμένα ελαφρώς	1/8 , 7/32	0.59 , 0.45					
Απορροφητικά θερμότητας ή πρότυπα	-----	0.44 - 0.30	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
Απορροφητικά θερμότητας*	3/8	0.34					
Απορροφητικά θερμότητας Πρότυπα	-----	0.29 - 0.15 0.24	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
Τζάμια αντανάκλαστικά βαμμένα [†]							
SC = 0.30			0.25	0.23			
0.40			0.33	0.29			
0.50			0.42	0.38			
0.60			0.50	0.44			

* Αναφερθείτε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για τις αντίστοιχες τιμές.

† Για βενετικά στόρια με αδιαφανής άσπρους και μπλε αεραγωγούς σε στενή και κλειστή θέση, ο SC είναι 0.25 και 0.29 όταν χρησιμοποιείται με τζάμι με μετάδοση 0.71 έως 0.80.

‡ Αναφέρεται σε απορροφητικά τζάμια με απόχρωση γκρι, χάλκινα και πράσινα.

§ Ο συντελεστής SC για τζάμια χωρίς ρολά σκίασης.

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 27, Πίνακας 25, Σελ. 27.30

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.23 Συντελεστής σκίασεως για μονωμένα τζάμια* με εσωτερική σκίαση από βενετικά γρίλια ή ρολά σκίασης

Τύπος τζαμιού	Ονομαστικό πάχος (in)	Ηλιακή μεταβίβαση *		ΤΥΠΟΣ ΣΚΙΑΣΕΩΣ				
				Βενετικά στόρια °		Σκιερά ρολά		
		Εξωτερικό πλακάκι	Εσωτερικό πλακάκι	Μέτρια	Φωτεινά	Σκοτεινό	Λευκό	Ημιδιαφανή Φωτεινό
Τζάμια καθαρά έξω	3 / 32 , 1 / 8	0.87	0.87					
Τζάμια καθαρά μέσα				0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
Τζάμια καθαρά έξω								
Τζάμια καθαρά μέσα	1 / 4	0.80	0.80					
Απορροφητικό έξω ^φ , καθαρό μέσα	1 / 4	0.46	0.80	0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
Τζάμια αντανακλαστικά βαμμένα ^α								
SC = 0.20				0.19	0.18			
0.30				0.27	0.26			
0.40				0.34	0.33			

* Αναφέρεται σε κατασκευασμένες μονάδες σε εργοστάσιο με $\frac{3}{16}$, $\frac{1}{4}$ ή $\frac{1}{2}$ ίντσες κενό αέρα ή στα πρωταρχικά παράθυρα και στα ενισχυμένα για άσχημες συνθήκες.

° Αναφερθείτε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για τις αντίστοιχες τιμές.

φ Για βενετικά στόρια με αδιαφανής άσπρους και μπλε αεραγωγούς σε στενή και κλειστή θέση, ο SC είναι περίπου ο ίδιος με αδιαφανή άσπρα ρολά σκίασης.

α Αναφέρεται σε γκρι, χάλκινα και πράσινα απορροφητικά τζάμια βαμμένα ελαφρώς.

^ Ο συντελεστής SC για τζάμια χωρίς ρολά σκίασης.

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 27, Πίνακας 26, Σελ. 27.31.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.24 Συντελεστής σκίασεως για διπλά γυαλισμένα τζάμια με σκίαση μεταξύ τζαμιών

Τύπος τζαμιού	Ονομαστικό πάχος καθ' ενός τζαμιού	Ηλιακή μετάβαση*		Περιγραφή του αέρα του χώρου	ΤΥΠΟΣ ΣΚΙΑΣΕΩΣ		
		Εξωτερικό πλακάκι	Εσωτερικό πλακάκι		Βενετικά στόρια		Κουρτίνα παραπέτασμα
					Φωτεινά	Μέτρια	
Καθαρό έξω και καθαρό μέσα	3 / 32 , 1 / 8	0.87	0.87	Σκίαση σε επαφή με τζάμι ή ιδιαίτερη από τζάμι από αέρα χώρου	0.33	0.36	0.43
Καθαρό έξω και μέσα	1 / 4	0.80	0.80	Σκίαση σε επαφή με κενό τζαμιού γεμισμένο με πλαστικό	---	---	0.49
Απορροφητικά θερμότητας * έξω και καθαρά μέσα				Σκίαση σε επαφή με τζάμι ή ιδιαίτερη από τζάμι από αέρα χώρου	0.28	0.30	0.37
	1 / 4	0.46	0.80	Σκίαση σε επαφή με κενό τζαμιού γεμισμένο με πλαστικό	---	---	0.41

* Αναφερθείτε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για τις αντίστοιχες τιμές.

* Αναφέρεται σε γκρι , χάλκινα και πράσινα απορροφητικά τζάμια βαμμένα ελαφρώς.

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 27, Πίνακας 27, Σελ. 27.31.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.25 Συντελεστής σκιάσεως για μονά και μονωμένα τζάμια με κουρτίνες

Γυαλισμένα	Ο SC για δείκτης συμβόλων στα Σχέδια 3 - 7											
	Μεταβα- τικό τμήμα τζαμιού	Τζάμι SC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Μονό τζάμι												
1 / 4'' καθαρό	0.80	0.95	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
1 / 2'' καθαρό	0.71	0.88	0.74	0.70	0.66	0.61	0.56	0.52	0.48	0.43	0.39	0.35
1 / 4'' απορροφητικά θερμότητας	0.46	0.67	0.57	0.54	0.52	0.49	0.46	0.44	0.41	0.38	0.36	0.33
1 / 2'' απορροφητικά θερμότητας	0.24	0.50	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36	0.34	0.33	0.32	0.30
Αντανακλαστικά βαμμένα (βλέπε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για συγκεκριμένες τιμές)	---	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49	0.46	0.43	0.41	0.38	0.36	0.33
	---	0.50	0.46	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31
	---	0.40	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26
	---	0.30	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20
Μονωμένο τζάμι με 1/2'' κενό αέρα καθαρό έξω και καθαρό μέσα	0.64	0.83	0.66	0.62	0.58	0.56	0.52	0.48	0.45	0.42	0.37	0.35
Απορροφητικό έξω και καθαρό μέσα	0.37	0.55	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35	0.33	0.32
Αντανακλαστικά βαμμένα (βλέπε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για συγκεκριμένες τιμές)	---	0.40	0.38	0.37	0.37	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.28	0.28
	---	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24
	---	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15

ΠΗΓΗ : Επανατυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές
Κεφάλαιο 27, Πίνακας 29, Σελ. 27.33.

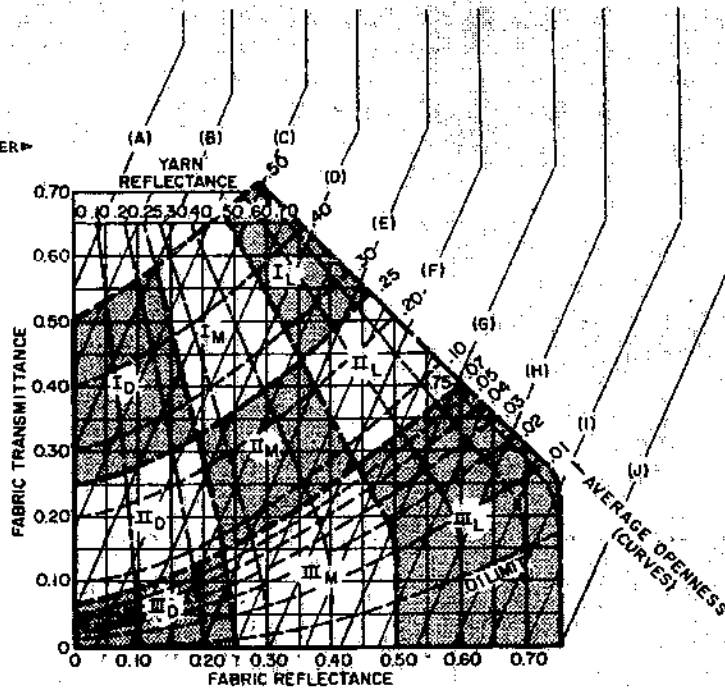
SHADING COEFFICIENT (INDEX LETTER) GLAZING INDICATED IN TABLE 39 DRAPERIES ARE 100% FULLNESS (Fabric width two times draped width)

Notes:

1. Shading Coefficients are for draped fabrics.
2. Other properties are for fabric in flat orientation.
3. Use Fabric Reflectance and Transmittance to obtain accurate Shading Coefficients.
4. Use Openness and Yarn Reflectance or Fabric Reflectance to obtain the Various Environmental Characteristics, or to obtain Approximate Shading Coefficients.

CLASSIFICATION OF FABRICS

- I = Open Weave
- II = Semi-open Weave
- III = Closed Weave
- D = Dark "Color"
- M = Medium "Color"
- L = Light "Color"



To Obtain Fabric Designator (III_L, I_M, etc.): Using coordinates (1) Fabric Transmittance and Fabric Reflectance, or (2) Openness and Yarn Reflectance, find point on chart and note designator for that area. If properties are not known, classification may be approximated by eye using Fig. 24, Note 2. See Table 40 for application classifications.

To Obtain Shading Coefficient (SC): (1) Locate draped fabric as a point using its known properties, or approximate using its fabric classification designator. For accuracy, use Fabric Transmittance and Fabric Reflectance. (2) Follow diagonal SC lines to lettered columns in Table 39. Find SC of line with glazing used. Example: SC of point "X" is 0.45 with 0.25 in. Clear Single Glass (Column H). Note: SC are for 45 deg incident angle. For 30 deg or less add 5% to number found in Table 39.

Σχέδιο 3.7 Ιδιότητες εσωτερικής σκίασης από κουρτίνες (Επανακυτωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, μέρος του Πίνακα 29, Σελ. 27.33).

3.5.5 Διήθηση

Το κέρδος ή η απώλεια της θερμότητας λόγω της διήθησης, είναι αδύνατο να υπολογιστεί με ακρίβεια. Τα ανακριβή αποτελέσματα από τρεις παράγοντες οι οποίοι είναι εκτός ελέγχου από το μελετητή του HVAC, δηλαδή : η κατασκευή του κτιρίου, τα αποτελέσματα των καπνοδόχων και η κατεύθυνση και ταχύτητα του αέρα.

Κανένα κτίριο δεν είναι αεροστεγές. Στα παράθυρα, ακόμα και όταν τοποθετούνται, υπάρχει διαρροή του αέρα γύρω από τα πλαίσια και τα περιβλήματα στεγανοποίησης. Οι πόρτες έχουν διαρροή ακόμα και όταν είναι κλειστές, ενώ και η δραστηριότητες αυξάνουν την κίνηση του αέρα. Οι τοίχοι είναι πορώδεις. Η ροή του αέρα έχει μετρηθεί ακόμα και μέσω τεκτονικών τοίχων και οι ενώσεις σε μεταλλικούς τοίχους από πάνελ δεν είναι ποτέ αεροστεγές. Η κάθετη μετακίνηση του αέρα σε πολυκαταστήματα, γίνεται μέσω των αξόνων των ανελκυστήρων, των κυλιόμενων σκαλών, των βοηθητικών εξαρτημάτων, από τους αγωγούς και από πολυάριθμους εκ κατασκευής εισόδους.

Ο άνεμος δημιουργεί μία θετική πίεση στην προσήνεμη πλευρά του κτιρίου και μία αρνητική πίεση στη σκιαζόμενη πλευρά. Αυτές οι πιέσεις αλλάζουν με τις αλλαγές της κατεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου. Τα αποτελέσματα του ανέμου καθιστούν δύσκολο ή και αδύνατο να αποκτήσουμε συνεπείς μετρήσεις των εσωτερικών ή εξωτερικών πιέσεων έτσι ώστε να τις ελέγξουμε.

Πίνακας 3.26 Συντελεστές μέγιστου κέρδους ηλιακής θερμότητας, btu/(h*ft²), για ηλιαζόμενα τζάμια, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

0° Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Φεβ.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Μαρ.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Απρ.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
Μαϊ.	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Ιουν.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Ιουλ.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Αυγ.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Σεπτ.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Οκτ.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Νοε.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Δεκ.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

4° Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	33	33	79	170	229	252	237	193	141	286
Φεβ.	35	35	123	199	242	248	215	152	88	301
Μαρ.	38	77	163	219	242	227	117	96	43	302
Απρ.	55	125	189	223	223	190	126	43	38	287
Μαϊ.	93	154	200	220	206	161	89	38	38	272
Ιουν.	110	164	202	215	196	147	73	38	38	263
Ιουλ.	96	154	197	215	200	156	85	39	38	267
Αυγ.	59	124	184	215	214	181	120	42	40	279
Σεπτ.	39	75	156	209	231	216	170	93	44	293
Οκτ.	36	36	120	193	234	239	207	148	86	294
Νοε.	34	34	79	168	226	248	232	190	139	284
Δεκ.	33	33	62	157	221	250	242	206	160	277

8° Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Φεβ.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Μαρ.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Απρ.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
Μαϊ.	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Ιουν.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Ιουλ.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Αυγ.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Σεπτ.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Οκτ.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Νοε.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Δεκ.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

Πίνακας 3.26 Συντελεστές μέγιστου κέρδους ηλιακής θερμότητας, btu/(h*ft²), για ηλιαζόμενα τζάμια, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (συνέχεια)

12 ^ο Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	31	31	63	155	217	246	247	212	182	262
Φεβ.	34	34	105	186	235	248	226	177	133	286
Μαρ.	36	58	148	210	240	233	190	124	73	297
Απρ.	40	108	178	219	227	200	142	64	40	290
Μαΐ.	60	139	194	220	212	173	106	40	40	280
Ιουν.	75	149	198	217	204	161	90	40	40	274
Ιουλ.	63	139	191	215	207	168	102	41	41	275
Αυγ.	42	109	174	212	218	191	135	62	142	282
Σεπτ.	37	57	142	201	229	222	182	121	73	287
Οκτ.	34	34	103	180	227	238	219	172	130	280
Νοε.	32	32	63	153	214	241	243	209	179	260
Δεκ.	30	30	47	141	207	242	251	223	197	250

16 ^ο Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	30	30	55	147	210	244	251	223	199	248
Φεβ.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Μαρ.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Απρ.	39	99	172	215	227	204	150	77	45	289
Μαΐ.	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Ιουν.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Ιουλ.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Αυγ.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Σεπτ.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Οκτ.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Νοε.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Δεκ.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

20 ^ο Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Φεβ.	31	31	88	173	226	244	238	201	174	263
Μαρ.	34	49	132	200	237	236	206	152	115	284
Απρ.	38	92	166	213	228	208	158	91	58	287
Μαΐ.	47	123	184	217	217	184	124	54	42	283
Ιουν.	59	135	189	216	210	173	108	45	42	279
Ιουλ.	48	124	182	213	212	179	119	53	43	278
Αυγ.	40	91	162	206	220	200	152	88	57	280
Σεπτ.	36	46	127	191	225	225	199	148	114	275
Οκτ.	32	32	87	167	217	236	231	196	170	258
Νοε.	29	29	48	136	197	239	249	229	211	230
Δεκ.	27	27	35	122	187	238	254	241	226	217

Πίνακας 3.26 Συντελεστές μέγιστου κέρδους ηλιακής θερμότητας, btu/(h*ft²), για ηλιαζόμενα τζάμια, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (συνέχεια)

24 ^ο Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Φεβ.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Μαρ.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Απρ.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
Μαϊ.	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Ιουν.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Ιουλ.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Αυγ.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Σεπτ.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Οκτ.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Νοε.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Δεκ.	26	26	29	112	180	234	247	247	237	199

28 ^ο Β. Πλάτος										
	B	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	25	25	35	117	183	235	251	247	238	196
Φεβ.	29	29	72	157	213	244	246	224	207	234
Μαρ.	33	41	116	189	231	237	221	182	157	265
Απρ.	36	84	151	205	228	216	178	124	94	278
Μαϊ.	40	115	172	211	219	195	144	83	58	280
Ιουν.	51	125	178	211	213	184	128	68	49	278
Ιουλ.	41	114	170	208	215	190	140	80	57	276
Αυγ.	38	83	149	199	220	207	172	20	91	272
Σεπτ.	34	38	111	179	219	226	213	177	154	256
Οκτ.	30	30	71	151	204	236	238	217	202	229
Νοε.	26	26	35	115	181	232	247	243	235	195
Δεκ.	24	24	24	99	172	227	248	251	246	179

32 ^ο Β. Πλάτος										
	B (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Φεβ.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217
Μαρ.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Απρ.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
Μαϊ.	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
Ιουν.	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
Ιουλ.	40	111	167	204	215	194	150	96	72	273
Αυγ.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Σεπτ.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Οκτ.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213
Νοε.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Δεκ.	22	22	22	84	162	218	245	252	252	158

Πίνακας 3.26 Συντελεστές μέγιστου κέρδους ηλιακής θερμότητας, btu/(h*ft²), για ηλιαζόμενα τζάμια, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (συνέχεια)

36° Β. Πλάτος										
	B (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ Δ	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	22	22	24	90	166	219	247	252	252	155
Φεβ.	26	26	57	139	195	239	248	239	232	199
Μαρ.	30	33	99	176	223	238	232	206	192	238
Απρ.	35	76	144	196	225	221	196	156	135	262
Μαϊ.	38	107	168	204	220	204	165	116	93	272
Ιουν.	47	118	175	205	215	194	150	99	77	273
Ιουλ.	39	107	165	201	216	199	161	113	90	268
Αυγ.	36	75	138	190	218	212	189	151	131	257
Σεπτ.	31	31	95	167	210	228	223	200	187	230
Οκτ.	27	27	56	133	187	230	239	231	225	195
Νοε.	22	22	24	87	163	215	243	248	248	154
Δεκ.	20	20	20	69	151	204	241	253	254	136

40° Β. Πλάτος										
	B (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ Δ	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
Φεβ.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
Μαρ.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
Απρ.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
Μαϊ.	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
Ιουν.	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
Ιουλ.	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
Αυγ.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
Σεπτ.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
Οκτ.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
Νοε.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
Δεκ.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

44° Β. Πλάτος										
	B (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ Δ	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	17	17	17	64	138	189	232	248	252	109
Φεβ.	22	22	43	117	178	227	246	248	247	160
Μαρ.	27	27	87	162	211	236	238	224	218	206
Απρ.	33	66	136	185	221	224	210	183	171	240
Μαϊ.	36	96	162	201	219	211	183	148	132	257
Ιουν.	47	108	169	205	215	203	171	132	115	261
Ιουλ.	37	96	159	198	215	206	179	144	128	254
Αυγ.	34	66	132	180	214	215	202	177	165	236
Σεπτ.	28	28	80	152	198	226	227	216	211	199
Οκτ.	23	23	42	111	171	217	237	240	239	157
Νοε.	18	18	18	64	135	186	227	244	248	109
Δεκ.	15	15	15	49	115	175	217	240	246	89

Πίνακας 3.26 Συντελεστές μέγιστου κέρδους ηλιακής θερμότητας, $btu/(h \cdot ft^2)$, για ηλιαζόμενα τζάμια, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (συνέχεια)

48 ^ο Β. Πλάτος										
	Β (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ Δ	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85
Φεβ.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138
Μαρ.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188
Απρ.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226
Μαΐ.	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247
Ιουν.	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252
Ιουλ.	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244
Αυγ.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223
Σεπτ.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182
Οκτ.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136
Νοε.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85
Δεκ.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65

52 ^ο Β. Πλάτος										
	Β (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ Δ	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	13	13	13	39	92	155	193	222	230	62
Φεβ.	18	18	29	85	156	202	235	247	250	115
Μαρ.	24	24	73	145	196	230	239	238	236	169
Απρ.	30	56	128	177	215	224	220	204	199	211
Μαΐ.	34	98	154	198	217	217	199	175	167	235
Ιουν.	45	111	161	202	214	210	188	162	152	242
Ιουλ.	36	97	152	194	213	212	195	171	163	233
Αυγ.	32	56	124	169	208	216	212	197	193	208
Σεπτ.	25	25	65	136	182	218	228	228	227	163
Οκτ.	19	19	28	80	148	192	225	238	240	114
Νοε.	13	13	13	39	90	152	189	217	225	62
Δεκ.	10	10	10	19	73	127	172	199	209	42

56 ^ο Β. Πλάτος										
	Β (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ Δ	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40
Φεβ.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91
Μαρ.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149
Απρ.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195
Μαΐ.	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222
Ιουν.	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231
Ιουλ.	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221
Αυγ.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193
Σεπτ.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144
Οκτ.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91
Νοε.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40
Δεκ.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23

Πίνακας 3.26 Συντελεστές μέγιστου κέρδους ηλιακής θερμότητας, btu/(h*ft²), για ηλιαζόμενα τζάμια, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (συνέχεια)

60° Β. Πλάτος										
	B (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	7	7	7	7	46	88	130	152	164	21
Φεβ.	13	13	13	58	118	168	204	225	231	68
Μαρ.	20	20	56	125	173	215	234	241	242	128
Απρ.	27	59	118	168	206	222	225	220	218	178
Μαϊ.	43	98	149	192	212	220	211	198	194	208
Ιουν.	58	110	162	197	213	215	202	186	181	217
Ιουλ.	44	97	147	189	208	215	206	193	190	207
Αυγ.	28	57	114	161	199	214	217	213	211	176
Σεπτ.	21	21	50	115	160	202	222	229	231	123
Οκτ.	14	14	14	56	111	159	193	215	221	67
Νοε.	7	7	7	7	45	86	217	148	160	22
Δεκ.	4	4	4	4	16	51	76	100	107	9

64° Β. Πλάτος										
	B (Σκιά)	BBA/ BBA	BA/ BA	ABA/ ABA	A/ A	ANA/ ANA	NA/ NA	NNA/ NNA	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ
Ιαν.	3	3	3	3	15	45	67	89	96	8
Φεβ.	11	11	11	43	89	144	177	202	210	45
Μαρ.	18	18	47	113	159	203	226	236	239	105
Απρ.	25	59	113	163	201	219	225	225	224	160
Μαϊ.	148	97	150	189	211	220	215	207	204	192
Ιουν.	162	114	162	193	213	216	208	196	193	203
Ιουλ.	149	96	148	186	207	215	211	202	200	192
Αυγ.	27	58	109	157	193	211	217	217	217	159
Σεπτ.	19	19	43	103	148	189	213	224	227	101
Οκτ.	11	11	11	40	83	135	167	191	199	46
Νοε.	4	4	4	4	15	44	66	87	93	8
Δεκ.	0	0	0	0	1	5	11	14	15	1

ΠΗΓΗ : Επανακτοπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Πίνακες 3 - 11, Σελ. 27.5 - 13.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.27 Συντελεστές ψυκτικού φορτίου για τζάμι χωρίς εσωτερική σκίαση, Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ (h)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	E	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.75	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
B	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
(ΣΚΙΑΣΜΕΝΟ)	B	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
	E	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
BBA	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	B	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	E	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
BA	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	B	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	E	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
ABA	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
	B	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	E	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
A	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	B	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	E	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
ANA	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
	B	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	E	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
NA	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.52	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	B	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	E	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
NNA	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
	B	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
	E	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
N	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	B	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15

E = Ελαφριά κατασκευή : πλαίσιο εξωτερικού τοίχου, 2" σκυρόδεμα πλάκας πατωμάτων, περίπου 30 lb από υλικό / ft² εμβαδό δαπέδου.

M = Μεσαία κατασκευή : 4" σκυρόδεμα εξωτερικού τοίχου, 4" σκυρόδεμα πλάκας πατωμάτων, περίπου 70 lb από υλικό κτιρίου / ft² εμβαδό δαπέδου.

B = Βαριά κατασκευή : 4" σκυρόδεμα εξωτερικού τοίχου, 6" σκυρόδεμα πλάκας πατωμάτων, περίπου 130 lb από υλικό κτιρίου / ft² εμβαδό δαπέδου

ΠΗΓΗ : Επανακτυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 26, Πίνακας 36, Σελ. 26.41.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.27 Συντελεστές ψυκτικού φορτίου για τζάμι χωρίς εσωτερική σκίαση , Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (συνέχεια)

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ (h)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
NNA	E	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16
	B	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
NA	E	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	B	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
ΔNA	E	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	B	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
Δ	E	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	B	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
ΔBA	E	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	B	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
BA	E	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	B	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
BBA	E	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	B	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.53	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	E	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	B	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.58	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

E = Ελαφριά κατασκευή : πλαίσιο εξωτερικού τοίχου, 2" σκυρόδεμα πλάκας πατωμάτων, περίπου 30 lb από υλικό / ft² εμβαδό δαπέδου.

M = Μεσαία κατασκευή : 4" σκυρόδεμα εξωτερικού τοίχου, 4" σκυρόδεμα πλάκας πατωμάτων, περίπου 70 lb από υλικό κτιρίου / ft² εμβαδό δαπέδου.

B = Βαριά κατασκευή : 4" σκυρόδεμα εξωτερικού τοίχου, 6" σκυρόδεμα πλάκας πατωμάτων, περίπου 130 lb από υλικό κτιρίου / ft² εμβαδό δαπέδου.

ΠΗΓΗ : Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 26, Πίνακας 36, Σελ. 26.41.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.28 Συντελεστές ψυκτικού φορτίου για τζάμια με εσωτερική σκίαση , Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ (h)																							
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
B	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
BBA	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.64	0.77	0.62	0.42	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.32	0.28	0.23	0.17	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
BA	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
ABA	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.52	0.76	0.80	0.71	0.52	0.31	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
A	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
ANA	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.41	0.67	0.79	0.80	0.72	0.54	0.34	0.27	0.24	0.21	0.19	0.15	0.12	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
NA	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
NNA	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.12	0.31	0.54	0.72	0.81	0.81	0.71	0.54	0.38	0.32	0.27	0.22	0.16	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
N	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
NNA	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.14	0.18	0.22	0.27	0.43	0.63	0.78	0.84	0.80	0.66	0.46	0.25	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
NA	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
ΔNA	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.23	0.44	0.64	0.78	0.84	0.78	0.55	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
Δ	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ΔBA	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.22	0.43	0.65	0.80	0.84	0.66	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
BA	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
BBA	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.11	0.17	0.22	0.26	0.30	0.32	0.33	0.34	0.34	0.39	0.61	0.82	0.76	0.17	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

ΠΗΓΗ : Επανακυπωμένο με άδεια από το εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές
Κεφάλαιο 26, Πίνακας 39, Σελ. 26.43.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.29 Γενικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας (συντελεστής 'U') από τα παράθυρα και τις πόρτες για τη χρήση στον μηχανολογικό εξοπλισμό για διαστασιολόγηση μόνο, Btu / (h*ft²*°F)

	Χωρίς ειδικά τζάμια κακών καιρικών συνθηκών				Εξωτερικά τζάμια για κακές καιρικές συνθήκες 1 in με ενδιάμεσο κενό αέρος ^b			
	Χωρίς σκιά		Εσωτερική σκιά		Χωρίς σκιά		Εσωτερική σκιά	
	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}
Επίπεδο τζάμι ^c								
Μονό τζάμι, καθαρό	1.10	1.04	0.83	0.81	0.50	0.50	0.44	0.49
Μονό τζάμι, υλικό ειδικής επιστρώσης ^d (αντανάκλαστικό)								
e = 0.60	1.02	1.00	0.76	0.80	0.47	0.60	0.39	0.55
e = 0.40	0.91	0.90	0.68	0.70	0.44	0.60	0.37	0.55
e = 0.20	0.79	0.75	0.59	0.55	0.40	0.50	0.33	0.45
Μονωμένο τζάμι, διπλό ^e								
3 / 16" κενό αέρα ^f	0.62	0.65	0.52	0.58	0.37	0.40	0.29	0.37
1 / 4" κενό αέρα ^f	0.58	0.61	0.48	0.55	0.35	0.39	0.28	0.36
1 / 2" κενό αέρα ^g	0.49	0.56	0.42	0.52	0.32	0.39	0.25	0.37
1 / 2" αέρας χώρου, υλικό ειδικής επιστρώσης ^h (αντανάκλαστικό)								
e = 0.60	0.43	0.53	0.38	0.49	0.41	0.30	0.24	0.37
e = 0.40	0.38	0.47	0.36	0.43	0.27	0.39	0.22	0.35
e = 0.20	0.32	0.39	0.30	0.36	0.24	0.33	0.20	0.30
Μονωμένο τζάμι, τριπλό ^e								
1 / 4" κενό αέρα ^f	0.39	0.44	0.31	0.40	0.27	0.32	0.22	0.30
1 / 2" κενό αέρα ⁱ	0.31	0.39	0.26	0.36	0.23	0.31	0.19	0.29

^a : Δες Μέρος C για της απαραίτητες διευκρινήσεις για διάφορα παράθυρα και πόρτες.

^b : 1/8 in τζάμι ή Ακρυλικό, με 1 – 4 in κενό αέρα.

^c : Ημισφαιρική εκπομπή για επιφάνεια τζαμιού χωρίς επιστρώση = 0.84, ειδική επιφάνεια επιστρωμένου τζαμιού.

^d : Επιστρωμένο σε δεύτερη επιφάνεια

^e : Διπλή και τριπλή αναφορά στον αριθμό των τζαμιών.

^f : 1/8 in τζάμι

^g : 1/4 in τζάμι

^h : Επιστρώση σε κάθε επιφάνεια τζαμιού 2 ή 3 για το χειμώνα και 2 διπλής όψεως για το καλοκαίρι.

ⁱ : Σχέδιο παραθύρου, 1/4 in τζάμι, 1/8 in τζάμι και 1/4 in τζάμι.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.29 Γενικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας (συντελεστής 'U') από τα παράθυρα και τις πόρτες για τη χρήση στον μηχανολογικό εξοπλισμό για διαστασιολόγηση μόνο, Btu / (h*ft²*°F) (Συνέχεια)

	Εσωτερικά τζάμια για κακές καιρικές συνθήκες 1 in με ενδιάμεσο κενό αέρος ^b				Ακρυλικά εσωτερικά τζάμια για κακές καιρικές συνθήκες 1 in με ενδιάμεσο κενό αέρος ^b			
	Χωρίς σκιά		Εσωτερική σκιά		Χωρίς σκιά		Εσωτερική σκιά	
	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}	Χειμώνας [*]	Καλοκαίρι ^{**}
Επιπεδο τζάμι ^c								
Μονό τζάμι, καθαρό	0.50	0.50	0.44	0.49	0.48	0.48	0.42	0.47
Μονό τζάμι, υλικό ειδικής επίστρωσης ^d (ανταναικλαστικό)								
e = 0.60	0.47	0.50	0.39	0.45	0.45	0.50	0.38	0.45
e = 0.40	0.42	0.45	0.36	0.40	0.41	0.45	0.35	0.40
e = 0.20	0.37	0.35	0.32	0.30	0.36	0.35	0.31	0.30
Μονωμένο τζάμι, διπλό ^e								
3 / 16" κενό αέρα ^f	0.37	0.40	0.29	0.36	0.35	0.39	0.28	0.35
1 / 4" κενό αέρα ^f	0.35	0.39	0.28	0.36	0.34	0.38	0.27	0.34
1 / 2" κενό αέρα ^g	0.31	0.38	0.25	0.35	0.30	0.37	0.24	0.33
1 / 2" αέρας χώρου, υλικό ειδικής επίστρωσης ^h (ανταναικλαστικό)								
e = 0.60	0.29	0.37	0.24	0.33	0.28	0.35	0.23	0.31
e = 0.40	0.27	0.33	0.22	0.30	0.26	0.32	0.22	0.29
e = 0.20	0.25	0.29	0.20	0.26	0.24	0.28	0.20	0.25
Μονωμένο τζάμι, τριπλό ^e								
1 / 4" κενό αέρα ^f	0.27	0.32	0.22	0.30	0.26	0.31	0.22	0.29
1 / 2" κενό αέρα ⁱ	0.23	0.30	0.19	0.28	0.22	0.29	0.18	0.28

* Εξωτερική ταχύτητα 15 mph, 0 °F εξωτερικό αέρα. 70 °F θερμοκρασία εσωτερικού αέρα.

** Εξωτερική ταχύτητα 7,5 mph, 89 °F εξωτερικό αέρα. 75 °F θερμοκρασία εσωτερικού αέρα, ηλιακή ακτινοβολία 248,3 Btu/h*ft².

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 27, Πίνακας 13, σελ. 27.10-11.

3.30 Γενικοί συντελεστές μετάδοσης θερμότητας (Συντελεστής U) από εξωτερικά οριζόντια πάνελ (φεγγίτες) για χρήση προσδιορισμού του μέγιστου φορτίου και διαστασιολόγηση μηχανολογικού εξοπλισμού Btu/(h*ft²*°F)

Περιγραφή	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Επίπεδο τζάμι		
Μονό τζάμι	1.23	0.83
Μονωτικό τζάμι, διπλό		
3/16" κενό αέρα	0.70	0.57
1/2" κενό αέρα	0.65	0.54
1/2" κενό αέρα	0.59	0.49
1/2" κενό αέρα χαμηλή εκπομπή επιστρώματος		
e = 0.60	0.56	0.46
e = 0.40	0.52	0.42
e = 0.20	0.48	0.36
Πλαστικός θόλος		
Μονός τοίχος	1.15	0.80
Διπλός τοίχος	0.70	0.46

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 27, Πίνακας 13.13, σελ. 27.10.

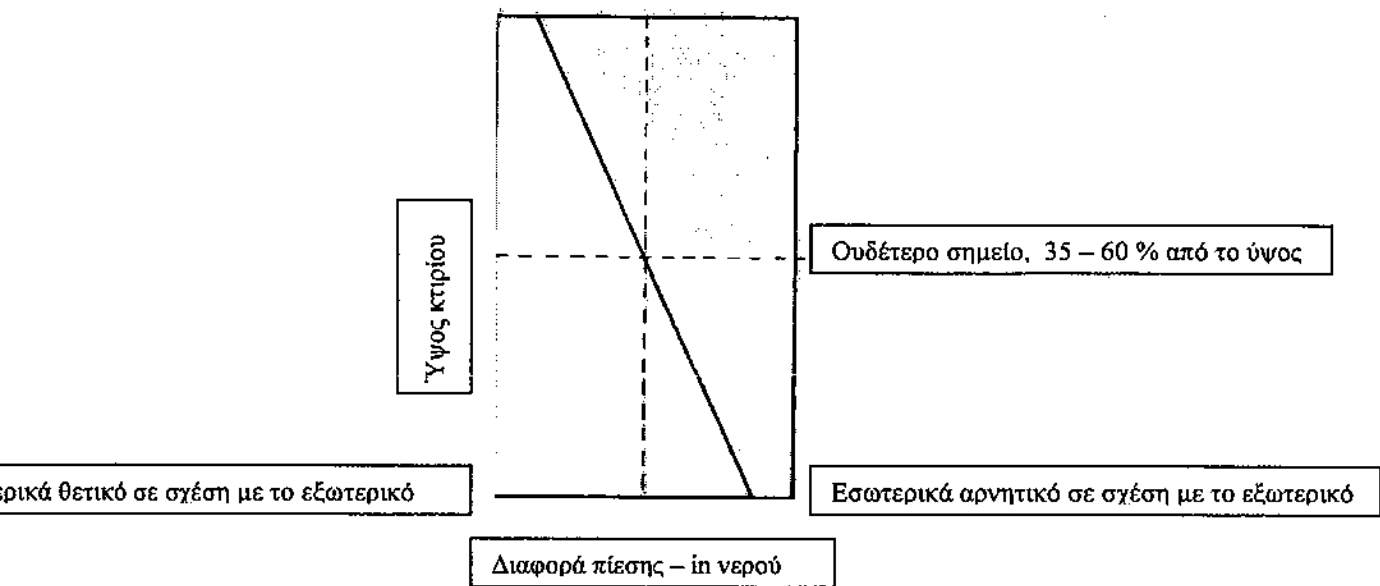
Οι διαφορές πίεσης σε ένα κτίριο σε 'προφυλαγμένη θέση' (ή ακόμα και σε ένα κτίριο σε 'εκτεθειμένη θέση'), συσχετίζονται με τις παραλλαγές στην πυκνότητα του αέρα εξ' αιτίας της θερμοκρασίας και του ύψους και επιδεινώνεται με τον αέρα. Η επίδραση αυτή είναι πολύ μικρή όταν ο καιρός είναι ζεστός, αλλά σημαντική κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η πλευστότητα του ζεστού αέρα μέσα στο κτίριο, ανυψώνει τον αέρα, δημιουργώντας έτσι μία μεταβολή της πίεσης, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 3.8. Οι κατώτεροι όροφοι είναι αρνητικοί όσον αφορά το εξωτερικό, ενώ οι ανώτεροι είναι θετικοί. Το ουδέτερο σημείο ποικίλει ανάλογα με την κατασκευή του κτιρίου και το ύψος αλλά μπορεί να παρατηρηθεί κατά την άνοδο προς τα πάνω του ανεγκυστήρα που σταματάει σε κάθε όροφο. Το αποτέλεσμα είναι να προκληθεί διήθηση στους κατώτερους ορόφους και εκροή στους ανώτερους. Σε μία πυρκαγιά, το αποτέλεσμα αυτό λειτουργεί και σαν μια ώθηση της εξάπλωσης του καπνού. Ακόμα και όταν η πυρκαγιά βρίσκεται σε χαμηλό όροφο, οι περισσότεροι θάνατοι εξ' αιτίας του καπνού εμφανίζονται στους ανώτερους ορόφους. Ο ανεφοδιασμός και το σύστημα εξαερισμού, μπορεί να έχει ένα θετικό ή αρνητικό αποτέλεσμα στην διαφορά πίεσης.

Πίνακας 3.31 Θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου για διεξαγωγή μέσω του τζαμιού

Τοπική ώρα	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
CLTD, °F	1	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Οι τιμές του πίνακα έχουν υπολογιστεί για εσωτερική θερμοκρασία 78⁰F και μέγιστη εξωτερική 95⁰F με μία εξωτερική καθημερινή διακύμανση 21⁰F. Ο πίνακας παραμένει σωστός για άλλες μέγιστες εξωτερικές θερμοκρασίες μεταξύ 93 - 102⁰F και άλλες εξωτερικές καθημερινές διακυμάνσεις μεταξύ 16 - 34⁰F, με την προϋπόθεση ότι η μέση εξωτερική καθημερινή θερμοκρασία παραμένει περίπου 85⁰F. Εάν η θερμοκρασία του αέρα στο δωμάτιο είναι διαφορετική από 78⁰F και / ή και η μέση εξωτερική διαφορετική από 85⁰F, τότε έχουμε : (A) Για θερμοκρασία δωματίου μικρότερη από 78⁰F, προσθέτουμε τη διαφορά μεταξύ των 78⁰F και τη θερμοκρασία του αέρα στο δωμάτιο. Εάν είναι μεγαλύτερη από 78⁰F, αφαιρούμε τη διαφορά. (B) Για μέση εξωτερική θερμοκρασία μικρότερη από 85⁰F, προσθέτουμε τη διαφορά, ενώ εάν είναι μεταξύ 85⁰F και μέσης καθημερινής θερμοκρασίας και εάν είναι μεγαλύτερη από 85⁰F, προσθέτουμε τη διαφορά.

Πηγή : Αποσπώμενο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1985 Βασικές Αρχές,



Σημείωση : Οι μετρημένες τιμές δεν συμφωνούν απαραίτητα με τη θεωρητική καμπύλη, εξ' αιτίας της επίδρασης της κατασκευής και τις επιρροές του εφοδιασμού / εξαγωγής του HVAC.

Σχέδιο 3.8 Πίεση κλίσης σε ένα πολυώροφο κτίριο.

Ο συνδυασμός της επίδρασης του αέρα και της καπνοδόχου μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στις εισόδους των υπογείων κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης αυτό είναι σημαντικό για έναν μελετητή HVAC. Ακόμα και όταν υπάρχουν προθάλαμοι και πόρτες, χρειάζεται επιπλέον θέρμανση για να αντισταθμιστεί η διήθηση της εισόδου. Μία κατά προσέγγιση τιμή για ένα μεγάλο συγκρότημα κτιρίων με μία εσωτερική-εξωτερική θερμοκρασιακή διαφορά των 75°F και μια είσοδο προθαλάμων περίπου $4500 \text{ ft}^3/\text{min}$ ανά 3-ft από 7-ft πόρτα, βασισμένο σε ένα φορτίο κυκλοφορίας των 500 ατόμων ανά ώρα (βλέπε Αναφορά 5).

Οι παροχές του αέρα διήθησης εκτιμώνται από 0.5 έως 1.5 εναλλαγές αέρα ανά ώρα, ανάλογα με την στεγανότητα της κατασκευής. Προτιμότερη είναι η υψηλότερη τιμή αφού ένα πολύ χαμηλό ποσοστό διήθησης / εξαερισμού μπορεί να προκαλέσει υπερβολική συγκέντρωση τοξικών αερίων από χαλιά, γωνίες τοίχων και από άλλα στοιχεία του κτιρίου.

3.6 Υπολογισμός φορτίων

Όταν οριστούν τα κριτήρια και οι πολλαπλασιαστές όπως περιγράφεται παραπάνω, οι υπολογισμοί των φορτίων είναι απλά θέμα καθορισμού των περιοχών, των εσωτερικών πυκνοτήτων των φορτίων όπως είναι οι άνθρωποι και τα βατ. ανά τετραγωνικό πόδι, των ειδικών φορτίων διαδικασίας και της οποιασδήποτε ασυνήθιστης κατάστασης. Όταν περισσότερα από ένα δωμάτιο ή μία ζώνη έχουν το ίδιο μέγεθος, την ίδια έκθεση και το ίδιο εσωτερικό φορτίο, τότε μπορεί να γίνει ένας απλός υπολογισμός. Οι γωνιακές ζώνες, πρέπει πάντα να υπολογίζονται ξεχωριστά. Στις ανατολικές ζώνες, τα φορτία έχουν αιχμή στις 10 ή 12 π.μ. ενώ τα περισσότερα φορτία του κτιρίου έχουν στις 3 με 4 μ.μ. . Οι νότιες ζώνες είναι παρόμοιες αλλά έχουν συνήθως αιχμή το μεσημέρι στις 2 μ.μ. και ίσως και το χειμώνα. Όλες οι ζώνες πρέπει να υπολογίζονται και στις δύο ζώνες αιχμής (για να ταξινομηθεί ο αέρο-

χειροκίνητος εξοπλισμός) και στη αιχμή του κτιρίου (για να ταξινομηθεί ο κεντρικός εξοπλισμός). Κτίρια όπως οι εκκλησίες και τα εστιατόρια συνήθως έχουν αιχμή σε χρόνους εντός μιας ή δύο ωρών μετά τη μέγιστη εμφανιζόμενη ανθρώπινη χρήση. Γι' αυτό θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί.

Οι υπολογισμοί πρέπει να γίνονται σε 'τυποποιημένα' έντυπα. Υπάρχουν πολλά τέτοια έντυπα. Οι μελετητές μπορούν να χρησιμοποιούν οποιοδήποτε τους ικανοποιεί περισσότερο. Το Σχέδιο 3.9 είναι ένα έντυπο το οποίο χρησιμοποιείται ικανοποιητικά. Οι υπολογισμοί των ζωνών και των χώρων πρέπει στη συνέχεια να συνοψίζονται και να ομαδοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να εφαρμόζονται τα αέρο-χειροκίνητα συστήματα. Μία χαρακτηριστική συνοπτική μορφή του εντύπου, φαίνεται στο Σχέδιο 3.10.

Η περίληψη περιλαμβάνει μία στήλη για τη ροή του αέρα στη μελέτη σε κυβικά πόδια ανά λεπτό, δηλωμένο από την CFM, βασισμένο στα ψυκτικά φορτία και μία θερμοκρασιακή διαφορά του σχεδίου μεταξύ του εισερχόμενου αέρα και της θερμοκρασίας του χώρου.

Η ροή του αέρα δίνεται από τον τύπο :

$$CFM = \frac{q_s}{TD \times AF} \quad (3.6)$$

Όπου CFM = Η παροχή της ροής του αέρα για ψύξη, σε ft³/min

q_s = το αισθητό ψυκτικό φορτίο, σε Btu*h

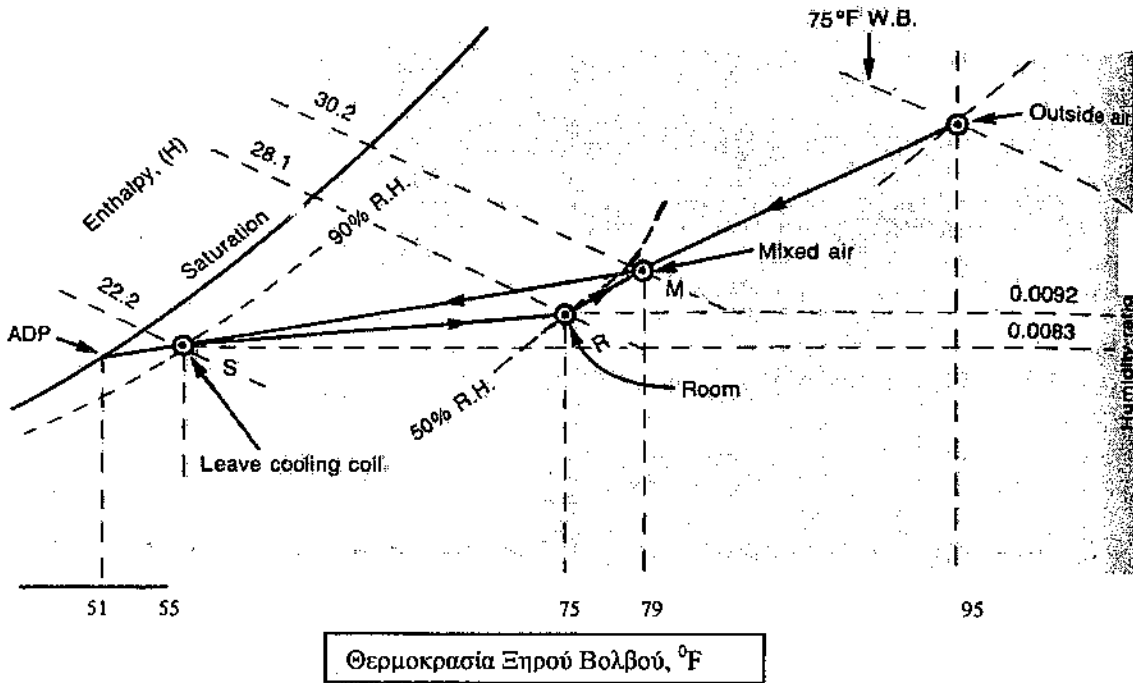
TD = θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του χώρου και του εισερχόμενου αέρα

AF = ο συντελεστής του αέρα, σε Btu*h / [(ft³/min)⁰F]

Η επιλογή μίας ψυχρής TD για μία αέρο-χειροκίνητη μονάδα είναι τυπική και μάλλον περιστασιακή. Εντούτοις, ουσιαστικά είναι πολύ σημαντικό γιατί η πραγματική λειτουργία της TD καθορίζεται από τους φυσικούς νόμους που ρυθμίζουν την απόδοση του συστήματος του αέρα. Αυτό θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω.

Το ψυχομετρικό διάγραμμα χρησιμοποιείται γιατί μας βοηθάει να φτιάξουμε μία γραφική μελέτη της διαδικασίας. Για να απλοποιήσουμε την ανάλυση, οι επιδράσεις της επαναλαμβανόμενης θερμότητας στην επιστροφή του αέρα και οι επιδράσεις του ανεμιστήρα, αγνοούνται.

Για άνετο κλιματισμό (Σχέδιο 3.11), ας υποθέσουμε μία μονή ζώνη AHU, με εσωτερικές συνθήκες 75 °F ξηρού βολβού και 50% RH και εξωτερικές 95 °F ξηρού βολβού και 20 % αέρα (το ελάχιστο). Ας υποθέσουμε επίσης ένα αισθητό ψυκτικό φορτίο των 50.000 Btu h και ένα λανθάνον φορτίο των 10.000 Btu*h. Στη συνέχεια, από το διάγραμμα, οι καινούργιες συνθήκες θα είναι 79 °F ξηρού βολβού και 65.3 °F υγρού βολβού με ενθαλπία 'h' 30.2 Btu/lb ξηρού αέρα. Οι συνθήκες του δωματίου θα περιλαμβάνουν μία ενθαλπία των 28.1 και ειδική υγρασία 'w' των 0.0092 lb υγρασίας /lb ξηρού αέρα.



Σχέδιο 3.11 Ο ψυχομετρικός χάρτης για άνετο κλιματισμό (CHW).

Οι συνθήκες παροχής του αέρα στο δωμάτιο, καθορίζονται με καθένα από τους δύο τρόπους :

1. Αν ο ψυχομετρικός χάρτης περιλαμβάνει ένα 'μοιρογνωμόνιο' (π.χ. το διάγραμμα ASHRAE), μια γραμμή μπορεί να σχεδιαστεί μέσω του σημείου δωματίων με μία κλίση ίση με την αισθητή / ολική (S/T) αναλογία (στην περίπτωση αυτή είναι 5/6 ή 0.833). Στο σχέδιο, αυτή είναι η γραμμή RS. Θεωρητικά, το σημείο ανεφοδιασμού του αέρα μπορεί να είναι οπουδήποτε σε αυτή τη γραμμή. Στην πράξη όμως υπάρχουν όρια, όπως θα δούμε παρακάτω.

2. Σε κάθε διάγραμμα η κλίση της γραμμής του ανεφοδιασμού του αέρα μπορεί να καθοριστεί αν υποθέσουμε μία TD και υπολογίσουμε την κατάληξη του Δw. Στο παράδειγμα αυτό, έχει χρησιμοποιηθεί μία TD των 20 °F, έτσι ώστε το σημείο ανεφοδιασμού S να είναι στους 55 °F. Τότε το CFM θα είναι :

$$\frac{50.000 \text{ Btu} \cdot \text{h}}{20^\circ \text{F} \times 1.08} = 2315 \text{ ft}^3/\text{min}$$

όπου το 1.08 είναι ο συντελεστής του αέρα για τον ιδανικό αέρα. Χρησιμοποιώντας αυτό το CFM, μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του ΔW :

$$\frac{10.000 \text{ Btu} \cdot \text{h}}{2315 \text{ ft}^3 / \text{min} \times 60 \times 0.075 \times 1059} = 0.0009$$

όπου : 60 = min / h

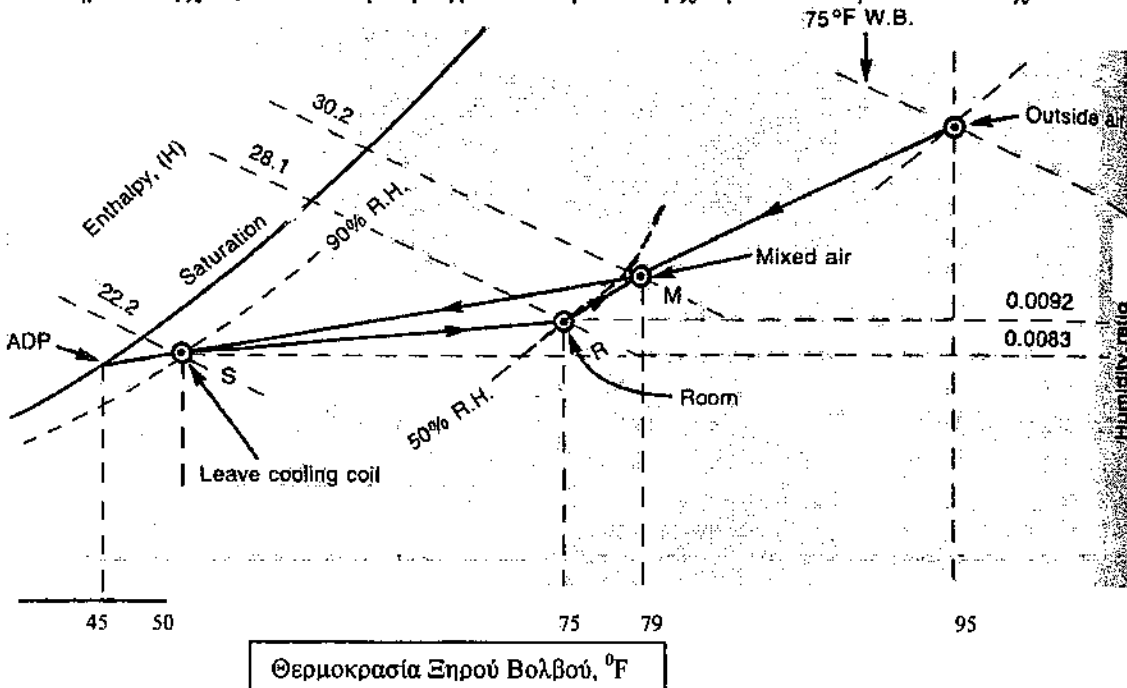
0.075 = η πυκνότητα του αέρα, σε lb/ft³

1059 = η λανθάνουσα θερμότητα της εξάτμισης στους 60 °F, σε Btu/lb.

Η τιμή του $\Delta w = 0.0009$, αφαιρείται από τη τιμή του δωματίου $w = 0.0092$ και είναι ίση με 0.0083 , δηλαδή το απαιτούμενο w του αέρα ανεφοδιασμού στο σημείο S. Στη συνέχεια, από το διάγραμμα, οι συνθήκες του αέρα ανεφοδιασμού είναι 55°F υγρού βολβού, 53.3°F ξηρού βολβού, $h = 22.2$, $w = 0.0083$ και $\text{RH} = 90\%$. Από την προβολή στην γραμμή κορεσμού, το σημείο δρόσου (ADP) είναι 51°F .

Η τιμή του 90% της RH παρουσιάζει ένα πρόβλημα επειδή υπονοεί ένα συντελεστή παράκαμψης σπείρας του 14% (κοίταξε την περιγραφή για τη σπείρα στο Κεφάλαιο 9). Μία σημερινή σπείρα κλιματισμού, ακόμα και τέσσερις σειρές βαθιά, θα κάνει καλύτερα, με ένα συντελεστή παράκαμψης της τάξης του 5% . Ακολούθως οι συνθήκες της μελέτης δεν θα ληφθούν στην πράξη και αν η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού ελέγχεται στους 55°F , η κατάσταση του δωματίου θα είναι σε μία υγρασία κάπως μεγαλύτερη από την τιμή της μελέτης. Σε αυτό το παράδειγμα, το λάθος δεν είναι τόσο σοβαρό, αλλά η μελέτη είναι, στην πραγματικότητα είναι ατελής. Ενώ οι 20°F TD δεν είναι τόσο μακριά, μία TD των 15 ή 16°F θα ήταν μη ρεαλιστική (εκτός εάν θερμαινόταν εκ νέου – κανένας αριθμός σε αυτή την ενέργεια – αισθητές μέρες εκτός για τον έλεγχο της υγρασίας).

Ο ADP των 51°F θα απαιτήσει μία θερμοκρασία ανεφοδιασμού του νερού περί των 45°F . Με μία σπείρα DX, ο ADP θα τείνει μεταξύ των 40 και 45°F (βλέπε Σχέδιο 3.12), ο οποίος θα ρίξει την υγρασία του δωματίου προς τα κάτω, αυξάνοντας το φορτίο εξαιτίας της αφυγραντότητας του εξωτερικού αέρα. Επίσης θα ρίξει και τη θερμοκρασία του ανεφοδιασμού του νερού τόσο ώστε η TD να γίνει 25°F ή περισσότερο. Τότε η παροχή της ροής του αέρα θα πρέπει να είναι $1850\text{ ft}^3/\text{min}$. Από εμπειρία, αυτό θα αναμενόταν να προκαλέσει ανεπαρκή άνεση. Το φταιξιμο πάει στο σύστημα ελέγχου, αλλά στην πραγματικότητα υπάρχει μία ανεπάρκεια στο σχέδιο.



Σχέδιο 3.12 Ο ψυχομετρικός χάρτης για άνετο κλιματισμό (DX)

Οι συνθήκες των μερικών φορτίων που επικρατούν τον περισσότερο καιρό, το DX σύστημα κύκλων ακόμα πιο συχνά, επειδή η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού

δεν προσαρμόζεται αλλά ποικίλει μεταξύ της κατάστασης του σχεδίου όταν ο συμπιεστής λειτουργεί και της επιστροφής του αέρα όταν ο συμπιεστής είναι κλειστός. Με το κατεψυγμένο νερό, ο στραγγαλισμός της ροής του νερού από τη ρυθμιστική βάνα επιτρέπει στο συντελεστή παράκαμψης να αυξάνει και η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού να προσαρμόζεται. Μπορούμε όμως να έχουμε καλύτερο έλεγχο έχοντας μία μικρή αύξηση της υγρασίας στα δωμάτια.

Με μεταβλητή παροχή αέρα (VAV), ο ακριβής έλεγχος γίνεται δυσκολότερος λόγω των κερδών του συστήματος (βλέπε Κεφάλαιο 8). Υπάρχει μια περιορισμένη τάση σε όλη τη διαδικασία να κινηθεί προς τα πάνω στο ψυχομετρικό διάγραμμα, με μία αύξηση στην υγρασία του δωματίου. Αυτό θα γίνει πιο κατανοητό εάν η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού, επαναρυθμιστεί προς τα πάνω με μειωμένο τον όγκο του αέρα, όπως συχνά προτείνεται.

Υπάρχει η τάση ανάμεσα στους μελετητές να αποδέχονται το 'στάνταρ' CFM μιας συσκευασίας AHU και να χρησιμοποιούν οποιοδήποτε αποτέλεσμα TD. Αυτό μπορεί να είναι μη ρεαλιστικό με τους όρους του CFM και ένα συντελεστή παράκαμψης σπείρας, και σχεδόν πάντα αυτό οδηγεί σε ένα περιορισμένο έλεγχο και σε μεγάλες ταλαντεύσεις της θερμοκρασίας. Η μονάδα συσκευασίας του CFM είναι σχεδόν πάντα ρυθμιζόμενη και πρέπει να ορίζεται με μία κατάλληλη τιμή.

Αυτό το λάθος γίνεται ευκολότερα όταν αναδιαμορφώνουμε και ρυθμίζουμε εκ νέου τις ζώνες με την ύπαρξη ενός AHU.

Ενώ αυτά μας μιλούν για άνετο κλιματισμό είναι προφανές ότι αυτά τα φαινόμενα είναι πιο σημαντικά σε συστήματα για εγκατάστασης κλιματισμού, ειδικά αυτά που απαιτούν προσεκτικό έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Κατόπιν, η θέρμανση εκ νέου γίνεται αναγκαία, αλλά η ανάγκη για ενεργειακή συντήρηση απαιτεί μεγάλη προσοχή στις σπείρες του TD.

Όταν η ψύξη CFM συγκρίνεται με την απώλεια της θερμότητας, η θερμοκρασιακή διαφορά για τη θέρμανση ποικίλει από δωμάτιο σε δωμάτιο ή από ζώνη σε ζώνη. Αν η απόκλιση είναι μικρή, δεν υπάρχει πρόβλημα αν όμως είναι μεγάλη, τότε πρέπει να παρέχουμε κάποια συμπληρωματική θέρμανση σε κάποια δωμάτια ή κάποιες ζώνες. Η απώλεια θερμότητας (ταξινομείται σε πίνακες), είναι μία μεγάλη απώλεια θερμότητας στις συνθήκες του σχεδίου μας, αλλά χωρίς πίστωση για τα εσωτερικά κέρδη θερμότητας τα οποία εμφανίζονται όταν τα δωμάτια είναι υπό χρήση. Εξ' αιτίας όλων αυτών των παραγόντων, η ταξινομημένη σε πίνακες "θερμοκρασιακή διαφορά της θέρμανσης" δεν είναι και τόσο σημαντική εκτός σε ένα υπό χρήση κτίριο στις 6 π.μ.

Η ταξινόμηση σε πίνακες του CFM ανά τετραγωνικό πόδι στην περίληψη, είναι πολύ χρήσιμη και για τους χειρονακτικούς υπολογισμούς αλλά και για τους υπολογισμούς με τους υπολογιστές. Τιμές κάτω του 0.7 σε ένα υπό χρήση χώρο, συνήθως οδηγούν σε ανεπαρκή παροχή εξαερισμού και υψηλή υγρασία. Για το VAV μία ανεπαρκή παροχή πρέπει να είναι περίπου από 0.75 έως 1.0 $\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$, το οποίο θα οδηγήσει σε ένα κτίριο το μέσο ποσοστό άμεσης κυκλοφορίας είναι από 0.5 έως 0.6 $\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$. Τιμές πάνω από 3.0 $\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$ μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα διακίνησης, με υψηλή ταχύτητα χρηστών. Εάν ο επανέλεγχος των υπολογισμών μας δείξει ότι είναι απαραίτητες υψηλές ροές αέρα, τότε θα πρέπει να προσεξούμε ιδιαίτερα τον τρόπο διακίνησης του αέρα. Οι χώροι που απαιτούν καλή υγιεινή και τα μεγάλα δωμάτια που έχουν υπολογιστές, χρειάζονται ποσοστά ροής αέρα από 8 έως 10 $\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$. Βλέπε Κεφάλαιο 5 για τις μεθόδους που ασχολούνται με αυτά τα ποσοστά.

Από εμπειρία, έχουμε δει ότι κάποιες μικρές ρυθμίσεις των υψηλών ποσοστών κάτω από 3.0 $\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$ και των χαμηλών ποσοστών μέχρι 0.75 $\text{ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$, θα

προκαλούσε λιγότερα προβλήματα απ' ότι αν χρησιμοποιούσαμε τα υπολογισμένα ποσοστά. Και πάλι όμως θα πρέπει να έχουμε την ανάλογη κρίση κάθε φορά.

Τα παραπάνω, υπονοούν ότι η έννοια του συστήματος πρέπει να προηγείται των υπολογισμών. Δηλαδή, οι τύποι των συστημάτων HVAC που χρησιμοποιούνται, ο χωρισμός, η θέση του εξοπλισμού και οι στρατηγικές του ελέγχου πρέπει να στρογγυλοποιηθούν, τουλάχιστον πριν γίνουν οι περιλήψεις. Ενώ δεν είναι και τόσο απαραίτητο, η διαδικασία του υπολογισμού γίνεται πιο αποδοτική. Η έννοια θα πρέπει να είναι ευέλικτη έτσι ώστε να προσαρμόζεται στις αλλαγές που απαιτούνται από κάποιες απρόβλεπτες περιπλοκές και από αλλαγές της τελευταίας στιγμής στη χρήση και στους χρήστες στους χώρους του κτιρίου.

(ΟΝΟΜΑ ΕΤΑΙΡΙΑΣ)
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Όνομα εργασίας _____
 Αριθμός εργασίας _____ Από _____
 Ημερομηνία _____
 Φύλλο _____ από _____

Χώρος _____
 Ώρα της ημέρας _____

Διαξαγωγή

Επιφάνεια	Διαστάσεις	Περιοχή, ft ²	U	Θέρμανση		Ψύξη	
				ΔΤ	Btuh	ΔΤ / CLTD / CLF	Btuh
Στέγη ()							
Τοίχος ()							
Τοίχος ()							
Τοίχος ()							
Χώρισμα ()							
Πάτωμα ()							
Γυαλί ()							
Γυαλί ()							
Γυαλί ()							
Γυαλί ()							
Ολική θέρμανση						Υποσύνολο	

Ηλιακός

Γυαλί - Επιφάνεια	Διαστάσεις	Περιοχή, ft ²	SHGF	SC	CLF		Btuh
Γυαλί ()							
Γυαλί ()							
Γυαλί ()							
Γυαλί ()							
Υποσύνολο							

Εσωτερική αισθητή θερμότητα

	Ποσότητα	Παράγοντας	CLF		Btuh
Occupants	Άνθρωποι				
Φώτα	Watts				
Συσκευές	Btuh				
Ισχύ	Watts				
Υποσύνολο					
Συνολικό αισθητό θέρμανσης					

Λανθάνον

Πηγή	Ποσότητα	Παράγοντας	CLF	Btuh
Συνολικό λανθάνων ψύξης				

Σχέδιο 3.9 Έντυπο υπολογισμών

3.7 Ο στατικός υπολογισμός των φορτίων σε σχέση με την δυναμική

Όλοι οι υπολογισμοί των φορτίων που έγιναν με το χέρι και πολλοί που έγιναν από τα προγράμματα του υπολογιστή, καταλήγουν στο ότι υπάρχουν στατικές ή μόνιμες καταστάσεις. Αλλά οι μόνιμες καταστάσεις δεν υπάρχουν σε ένα κλιματισμό. Εάν τα συστήματα HVAC και οι έλεγχοι λειτουργήσουν κατάλληλα, τότε οι εσωτερικές συνθήκες θα ποικίλουν μόνο ελάχιστα. Εντούτοις, τα εσωτερικά και εξωτερικά φορτία συνεχώς αλλάζουν. Η λειτουργία του συντελεστή του ψυκτικού φορτίου (CLF) στον υπολογισμό είναι να προσεγγίσει την επίδραση αυτών των παροδικών παραγόντων έτσι ώστε ο στατικός υπολογισμός των φορτίων να μας δώσει αποτελέσματα σαν τα "πραγματικά" δυναμικά φορτία.

Η έρευνα, που μας οδήγησε σε αυτούς τους παράγοντες προέκυψε από τις ευρέως αναγνωρισμένες συνθήκες, όπου οι παλιότεροι μέθοδοι υπολογισμού μας οδηγούσαν αμετάβλητα στο να υπερμεγαλώσουμε τα συστήματα και τον εξοπλισμό του HVAC. Οι αυξήσεις των δαπανών στην ενέργεια και στον εξοπλισμό κατά τη δεκαετία του '70, οδήγησαν σε μία ευρεία αποδοχή των νέων μεθόδων επειδή, γενικά, η αποδοτικότητα μειώνεται εάν ο εξοπλισμός είναι πολύ μεγάλος.

3.8 Φορτία εξαερισμού

Έχουμε ήδη αναφέρει για τη διήθηση. Εντούτοις, τα περισσότερα κτίρια απαιτούν θετική διήθηση in σε δημόσια κτίρια, με μία σταθερά ελάχιστη παροχή που αφορά τη χρήση. Χαρακτηριστικά οι απαιτούμενοι κωδικοί στοιχείων είναι από 5 έως 10 ft³/min ανά άτομο. Το νέο Πρότυπο ASHRAE 62-1989 τα αυξάνει από 15 έως 20 ft³/min ανά άτομο, τιμές που οι περισσότερες τοπικές αρχές πιθανόν να υιοθετήσουν. Επιπλέον, πολλές διαδικασίες απαιτούν μεγάλα ποσά εξαερισμού, για τα οποία απαιτείται ανεφοδιαζόμενος αέρας. Ο εξωτερικός αέρας για τον εξαερισμό και τον ανεφοδιασμό πρέπει να εισαχθεί μέσω μιας αέρο-χειροκίνητης μονάδας, όπου μπορεί να φιλτραριστεί και να μετρηθεί η θερμοκρασία του (παρουσιάζονται οι συνθήκες του σχεδίου για θέρμανση ή ψύξη). Όλο αυτό το θέμα περιπλέκεται περαιτέρω αν ξέρουμε ότι η εξωτερική ποιότητα του αέρα μπορεί να μην είναι αποδεκτή από το εσωτερικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα να χρειάζεται μία ειδική επεξεργασία για να απομακρυνθεί ο μολυσματικός παράγοντας (βλέπε Κεφάλαιο 5).

Γι' αυτό, ενώ το φορτίο του εξαερισμού δεν είναι μέρος του φορτίου του χώρου, απεικονίζεται σε μία αέρο-χειροκίνητη μονάδα. Για θέρμανση, η ελάχιστη εξωτερική ποσότητα του αέρα πολλαπλασιάζεται με τη θερμοκρασιακή διαφορά του σχεδίου και τον κατάλληλο συντελεστή του αέρα. Έτσι έχουμε :

$$q_h = \text{CFM}_{oa} \times 1.08(t_i - t_o) \quad (3.7)$$

όπου : q_h = το φορτίο του εξαερισμού για τη θέρμανση, σε Btu*h

t_i = η εσωτερική θερμοκρασία σχεδίου, θέρμανση

t_o = η εξωτερική θερμοκρασία σχεδίου, θέρμανση

CFM_{oa} = η εξωτερική ποιότητα του αέρα, σε ft³/min

1.08 = ο παράγοντας του αέρα, σε Btu h /[(ft³/min)* °F] – (πρέπει να ρυθμιστεί για υψηλότερα επίπεδα).

Για ψύξη, το συνολικό φορτίο είναι η ελάχιστη εξωτερική ποσότητα του αέρα σε λίβρες που πολλαπλασιάζεται με τη διαφορά της ενθαλπίας του σχεδίου. Έτσι:

$$q_t = \text{CFM}_{oa} \times (h_o - h_i) \times 0.075 \times 60 \quad (3.8)$$

όπου : q_t = το ολικό φορτίο ψύξης για τον εξαερισμό

h_o = η ενθαλπία στις εξωτερικές συνθήκες

h_i = η ενθαλπία στις εσωτερικές συνθήκες

0.075 = η πυκνότητα του αέρα, σε Btu h / [(ft³/min)*°F]

(πρέπει να ρυθμιστεί για υψηλότερα επίπεδα)

60 = min/h

Το αισθητό ψυκτικό φορτίο υπολογίζεται από τη θερμοκρασιακή διαφορά του σχεδίου. Έτσι :

$$q_s = \text{CFM}_{oa} \times (t_o - t_i) \times 1.08 \quad (3.9)$$

όπου : q_s = η αισθητή ψύξη για τον εξαερισμό

t_o = η εξωτερική θερμοκρασία, ψύξη

t_i = η εσωτερική θερμοκρασία, ψύξη

Εάν η απόδοση ενός HVAC υπολογίζεται από ένα ψυχομετρικό διάγραμμα, όπως φαίνεται στο Κεφάλαιο 4, αυτόματα συμπεριλαμβάνεται και το φορτίο του εξαερισμού.

3.9 Άλλα φορτία

Υπάρχουν και κάποιοι επιπλέον παράγοντες οι οποίοι συμβάλουν στα φορτία ψύξης και θέρμανσης. Μεταξύ αυτών είναι οι απώλειες κατά τη λειτουργία των ανεμιστήρων και των αντλιών καθώς και οι απώλειες των αγωγών και των σωληνώσεων. Αυτοί θα αναπτυχθούν σε επόμενα κεφάλαια.

3.10 Περίληψη

Σε αυτό το κεφάλαιο, αναπτύξαμε τα φορτία ψύξης και θέρμανσης, με έμφαση στις χειρωνακτικές διαδικασίες και τα στοιχεία των φορτίων. Η κύρια πηγή των πληροφοριών για αυτό το θέμα, είναι το Εγχειρίδιο ASHRAE - Βασικές Αρχές, στο οποίο κάποιος ενδιαφερόμενος μπορεί να αναφερθεί για περισσότερες πληροφορίες. Όλοι οι υπολογισμοί των φορτίων, είτε γίνονται με το χέρι, είτε με υπολογιστή, πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά.

Αναφορές

1. Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 24, “Στοιχεία Καιρού”.
2. Αυτόθι, Κεφάλαιο 25, “Φορτία θέρμανσης”.
3. Αυτόθι, Κεφάλαιο 26, “Ψυκτικά φορτία κλιματισμού”.
4. Αυτόθι, Κεφάλαιο 27, “Διαφανείς επιφάνειες”.
5. T. C. Min, “Χειμερινή διήθηση μέσω των ταλαντώσεων των πόρτων στις εισόδους των πολυκαταστημάτων”, ASHRAE Συναλλαγές, vol 64, 1958,σελ. 421.
6. R. W. Haines, “Διαλέγοντας a Delta T για ένα AHU,” Θέρμανση / Διοχέτευση με σωλήνες / Κλιματισμός, Νοέμβρης 1968, σελ. 210.
7. Πρότυπο ASHRAE 62-1989, Εξαερισμός για εσωτερική ποιότητα του αέρα, 1989.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ :

A) ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ

B) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :

ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ του Ιωάννη Α.Μ. : 3679

ΚΑΝΕΛΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ του Ανδρέα Α.Μ. : 3804

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΜΕΡΟΣ 3

ΑΕΡΟ - ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

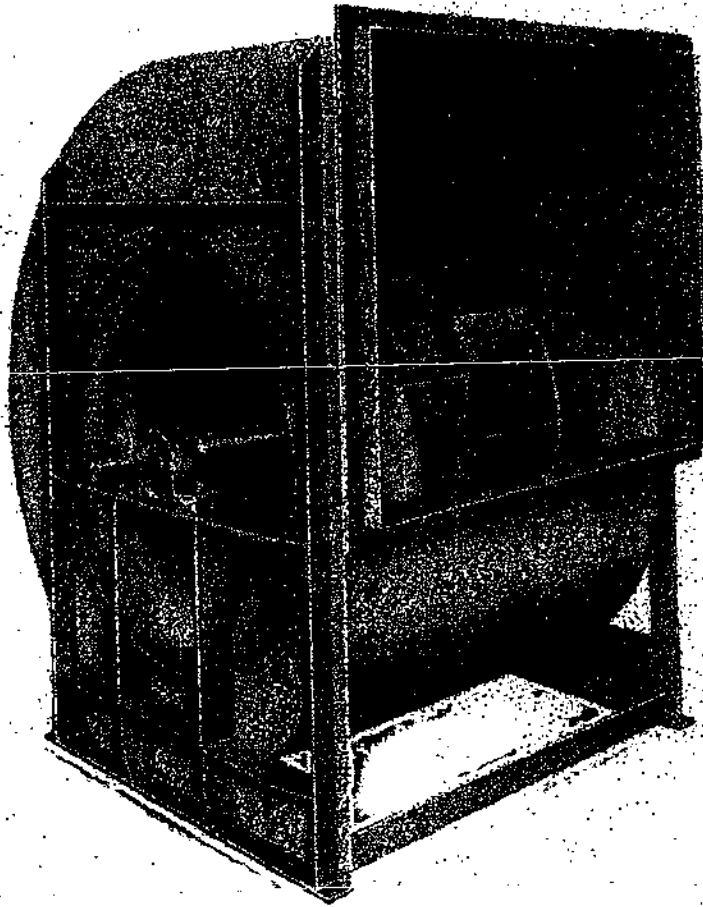
Στα περισσότερα συστήματα HVAC, το τελικό μέσο μεταφοράς είναι υγρός αέρας - ένα μίγμα ξηρού αέρα και υδρατμού. Αυτό μεταβιβάζεται μέσω των φίλτρων, του εξοπλισμού ανταλλαγής θερμότητας, των αγωγών, και των διάφορων τελικών συσκευών στο χώρο για να είναι κλιματιζόμενος. Η ισχύς για να κινηθεί ο αέρας παρέχεται από τους ανεμιστήρες. Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει τους ανεμιστήρες και τα συστήματα αγωγών, μαζί με τα σχετικά θέματα όπως τους κινητήρες με σχάρα εξαερισμού, τους ευθυγραμμιστές, τους διασκορπιστές, τις διατάξεις απόσβεσης, τα φίλτρα, και τον έλεγχο θορύβου.

5.2 Ανεμιστήρες

Σύμφωνα με την ένωση κινούμενων αερίων και συνθηκών (AMCA) πρότυπα 210-85¹ 'Ένας ανεμιστήρας είναι μια συσκευή μεταφοράς αέρα που χρησιμοποιεί ένα προωθητή-ισχύος, περιστρεφόμενο στροφέιο'. Οι τρεις τύποι ανεμιστήρων αρχικών ενδιαφερόντων για τα συστήματα HVAC είναι ο φυγόκεντρος (σχέδια 5,1 και 5,2), ο αξονικός (σχέδιο 5,3), και ο ελικοειδής. Η μηχανή ανεμιστήρων μπορεί να συνδεθεί άμεσα με το στροφέιο, που συνδέεται άμεσα μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων, ή που συνδέεται έμμεσα με τη βοήθεια ενός συστήματος ζώνης-κίνησης.

5.2.1 Εξισώσεις νόμου ανεμιστήρων

Οι εξισώσεις του νόμου περί ανεμιστήρων χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την απόδοση ενός ανεμιστήρα σε κάποια άλλη κατάσταση όπου είναι δοκιμασμένος. Ο μελετητής HVAC ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για την επίδραση της υποδύναμης, της πίεσης, και του όγκου των ποικίλων ταχυτήτων του ανεμιστήρα σε ένα σύστημα. Οι νόμοι περί των ανεμιστήρων που εκφράζονται στις ακόλουθες εξισώσεις αφορούν μόνο την έννοια των ποικίλων ταχυτήτων, υποθέτοντας ότι το μέγεθος των ανεμιστήρων και η πυκνότητα του αέρα παραμένουν σταθερά.



**Εικόνα 5.1 Διπλού-πλάτους φυγοκεντρικός ανεμιστήρας.
(Προσφορά ανεμιστήρων της Νέας Υόρκης Co.)**

$$CFM_2 = CFM_1 \frac{RPM_2}{RPM_1} \quad (5.1)$$

$$SP_2 = SP_1 \left(\frac{RPM_2}{RPM_1} \right)^2 \quad (5.2)$$

$$TP_2 = TP_1 \left(\frac{RPM_2}{RPM_1} \right)^2 \quad (5.3)$$

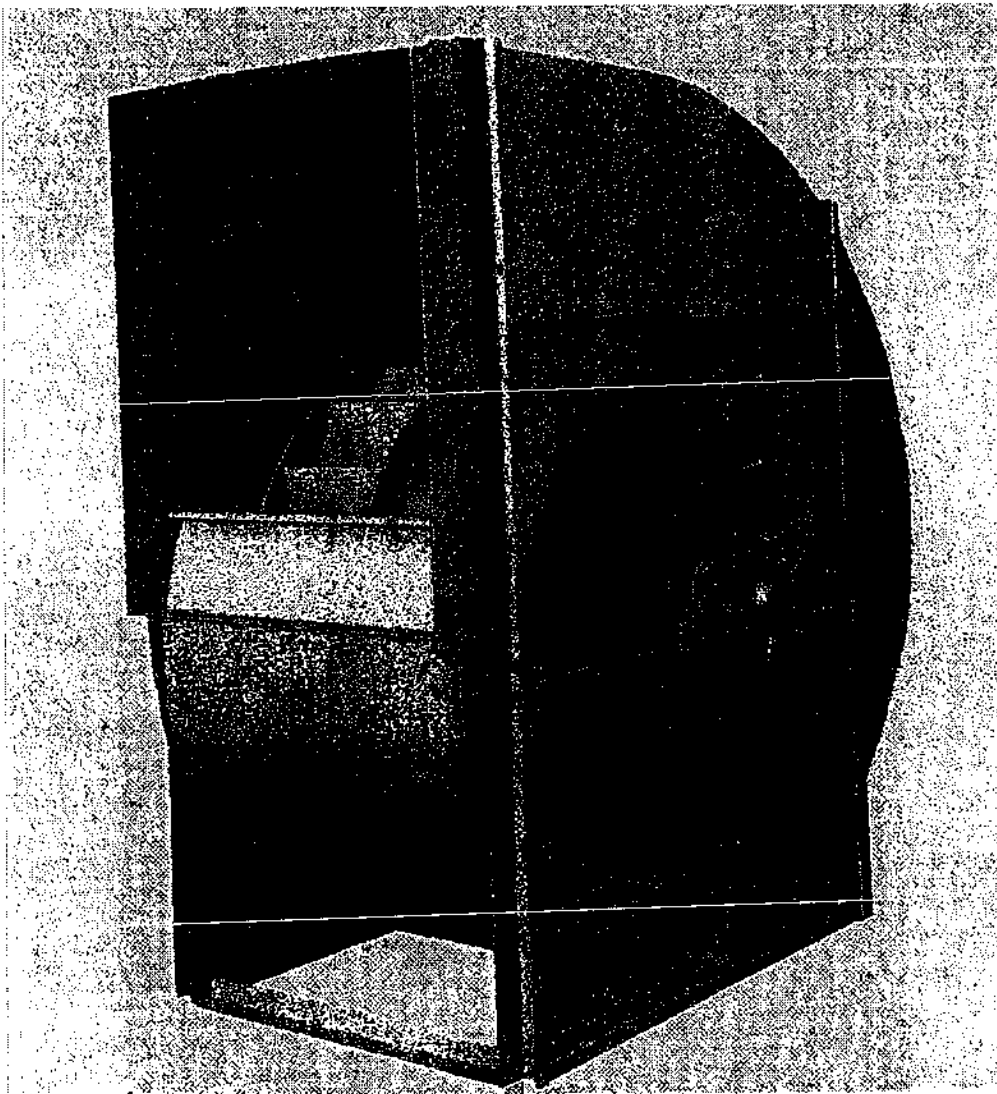
$$BHP_2 = BHP_1 \left(\frac{RPM_2}{RPM_1} \right)^3 \quad (5.4)$$

όπου CFM = παροχή της ροής του αέρα , ft³/min

SP = στατική πίεση

TP = συνολική πίεση

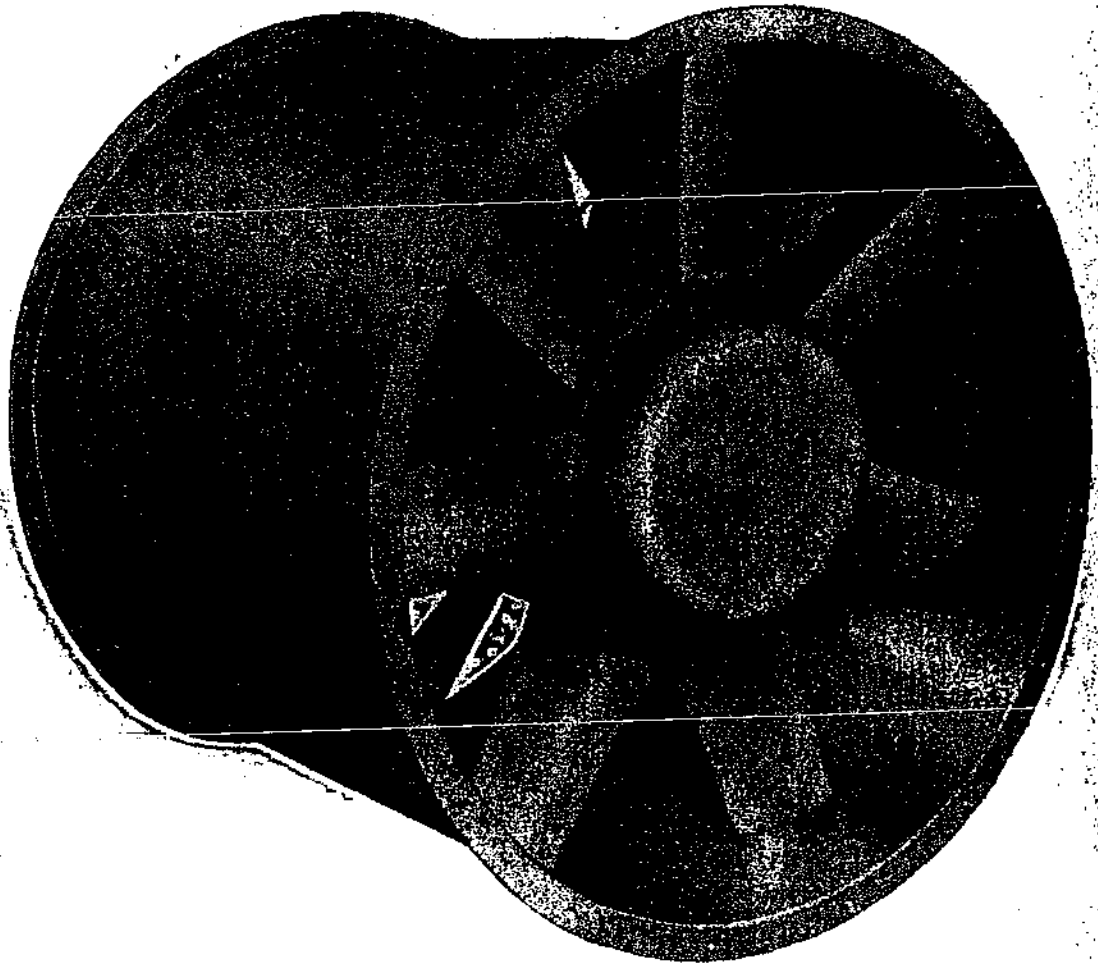
BHP = ιπποδύναμη φρένων, bhp



**Εικόνα 5.2 Διπλού-πλάτους φυγοκεντρικός ανεμιστήρας
(Προσφορά του Buffalo Co)**

Εκφρασμένοι στην απλή γλώσσα, οι νόμοι περί των ανεμιστήρων λένε ότι όταν το μέγεθος των ανεμιστήρων και η πυκνότητα του αέρα είναι αμετάβλητα, τα ποσοστά ροής του αέρα ποικίλλουν άμεσα όπως η αλλαγή της ταχύτητας, η πίεση ποικίλλει όπως το τετράγωνο της αλλαγής στην ταχύτητα και η δύναμη που απαιτείται ποικίλλει όπως ο κύβος της αλλαγής στην ταχύτητα.

Οι πλήρεις νόμοι των ανεμιστήρων περιλαμβάνουν επίσης τους όρους για τις αλλαγές στο μέγεθος των ανεμιστήρων και την πυκνότητα του αέρα. Οι νόμοι ισχύουν μόνο όταν διαφορετικών μεγεθών ανεμιστήρες (διαμέτρων) είναι γεωμετρικά παρόμοιοι.



Εικόνα 5.3 Αξονικός ανεμιστήρας
Προσφορά του Buffalo Co

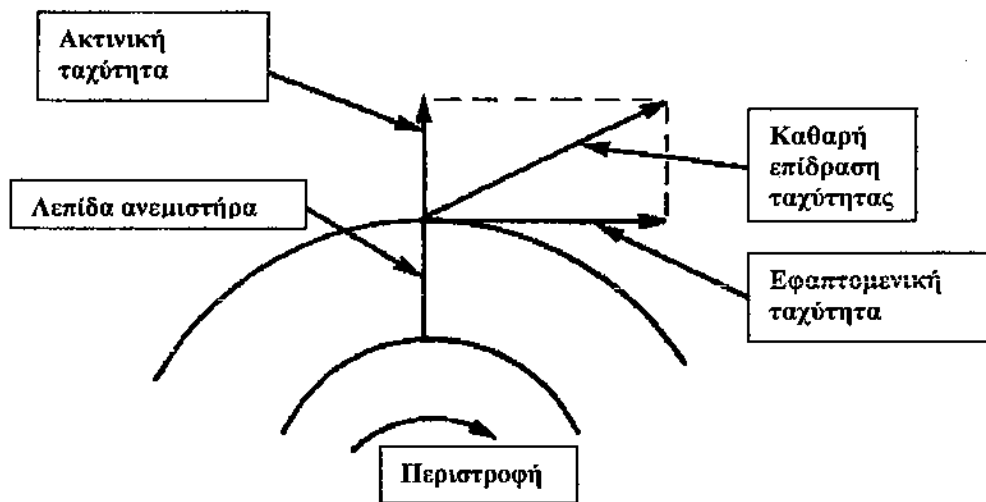
$$\frac{CFM_2}{CFM_1} = \frac{RPM_2}{RPM_1} * \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3 \quad (5.5)$$

$$\frac{TP_2}{TP_1} = \frac{SP_2}{SP_1} = \frac{VP_2}{VP_1} = \left(\frac{RPM_2}{RPM_1}\right)^2 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \frac{d_2}{d_1} \quad (5.6)$$

$$\frac{BHP_2}{BHP_1} = \left(\frac{RPM_2}{RPM_1}\right)^3 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5 \frac{d_2}{d_1} \quad (5.7)$$

όπου D = διάμετρος ανεμιστήρα και d = πυκνότητα του αέρα.

- Για περαιτέρω παραλλαγές, δείτε το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1992 Συστήματα HVAC και εξοπλισμός, Κεφ. 18, Πίνακας 2, Εικ.18.4.

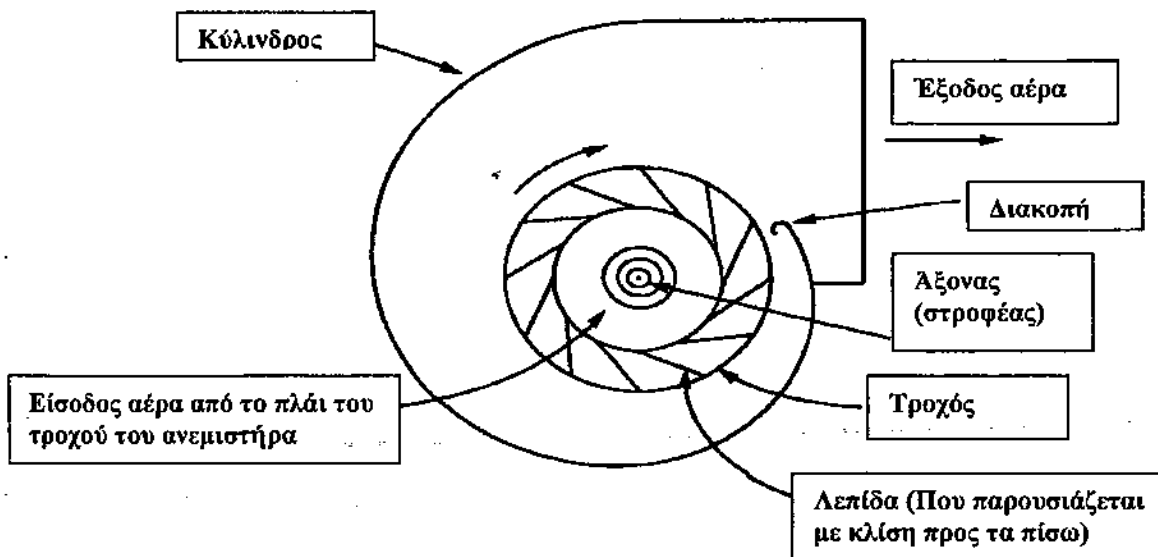


Σχήμα 5.4 Αρχή λειτουργίας του φυγόκεντρικού ανεμιστήρα.

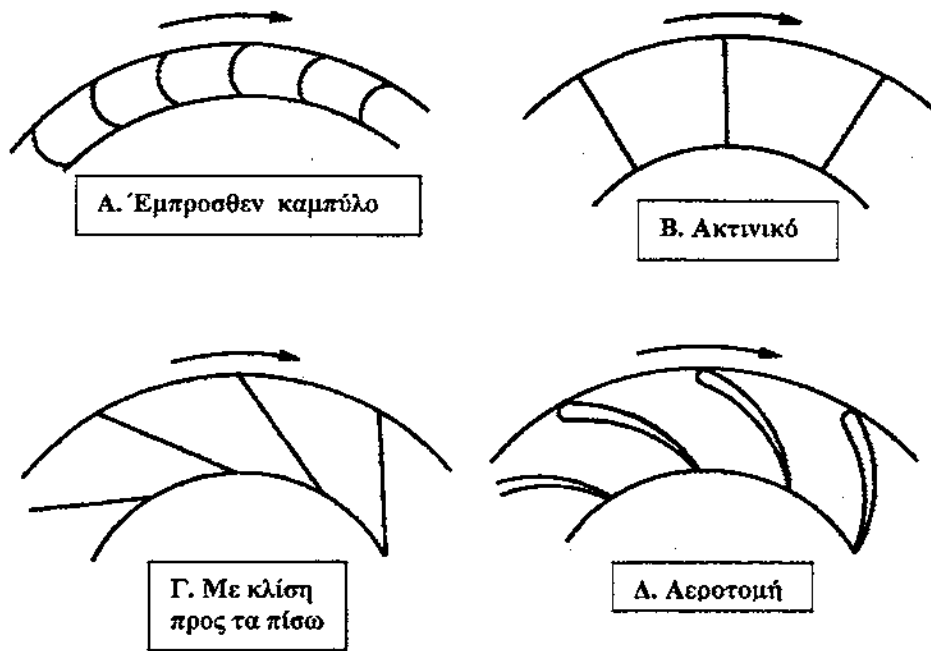
5.2.2 Φυγόκεντρικοί ανεμιστήρες

Ένας φυγόκεντρικός ανεμιστήρας δημιουργεί πίεση και μετακίνηση αέρα από έναν συνδυασμό φυγόκεντρικής (ακτινωτής) ταχύτητας και περιστρεφόμενης (εφαπτόμενης) ταχύτητας. Όπως φαίνεται στο Σχέδιο 5.4, αυτά τα δύο αποτελέσματα συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα καθαρό διάνυσμα ταχύτητας. Όταν ο ανεμιστήρας εσωκλείεται σε έναν κύλινδρο (κατοικία) όπως φαίνεται στο Σχέδιο 5.5, κάποια από την πίεση ταχύτητας μετατρέπεται σε στατική πίεση. Τα χαρακτηριστικά ανεμιστήρων μπορούν να αλλάξουν με την αλλαγή της μορφής της λεπίδας. Χαρακτηριστικές μορφές (το Σχέδιο 5.6) είναι η προς τα εμπρός-καμπύλη, η ευθύς ακτινωτή, η προς τα πίσω-κεκλιμένη (ευθύς ή κυρτή), και η αεροτομή.

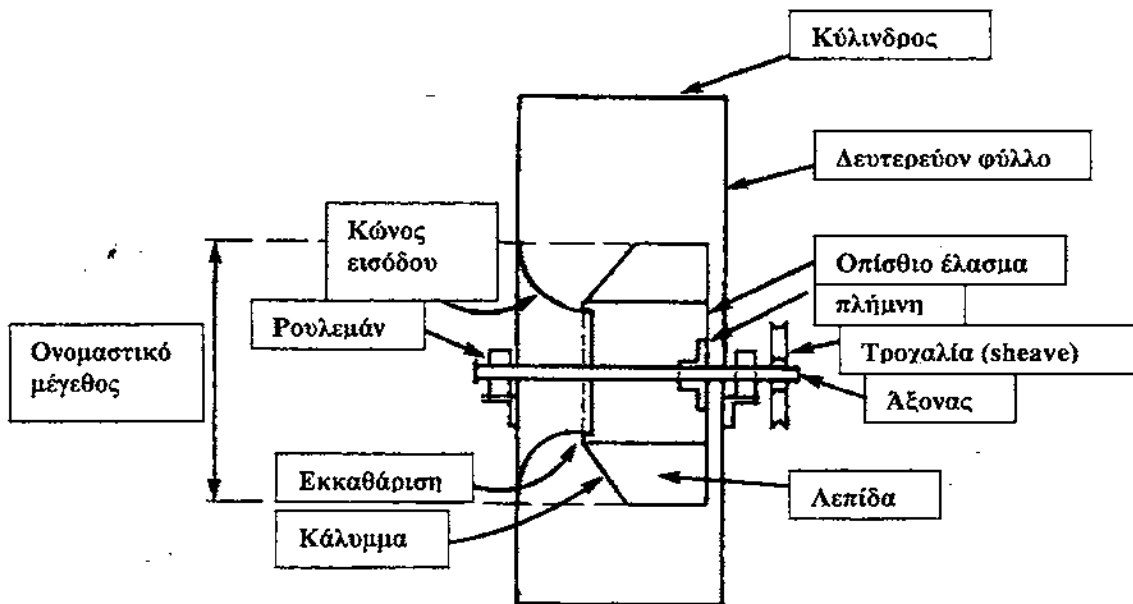
Η γεωμετρία του τροχού ανεμιστήρων, του κώνου εισόδου, και του κυλίνδρου έχει επίσης μια επίδραση στην λειτουργία και στην απόδοση των ανεμιστήρων. Το Σχήμα 5.7 παρουσιάζει το χαρακτηριστικό διαγώνιο τμήμα μιας προς τα πίσω-κεκλιμένου τροχού ανεμιστήρων (BI) ή αεροτομών (AF). Για ένα δεδομένο τροχό ή μια διάμετρο,



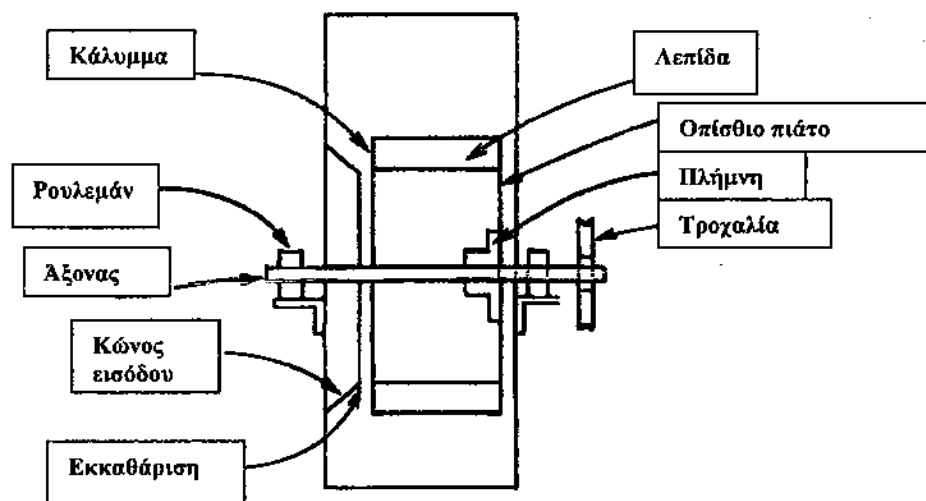
Σχέδιο 5.5 Τομή ενός φυγόκεντρικού ανεμιστήρα.



Σχέδιο 5.6 Τύποι λεπίδων φυγοκεντρικών ανεμιστήρων



Σχέδιο 5.7 διαγώνιο τμήμα του ακτινωτού, ή αεροτομών ανεμιστήρα ΒΙ.



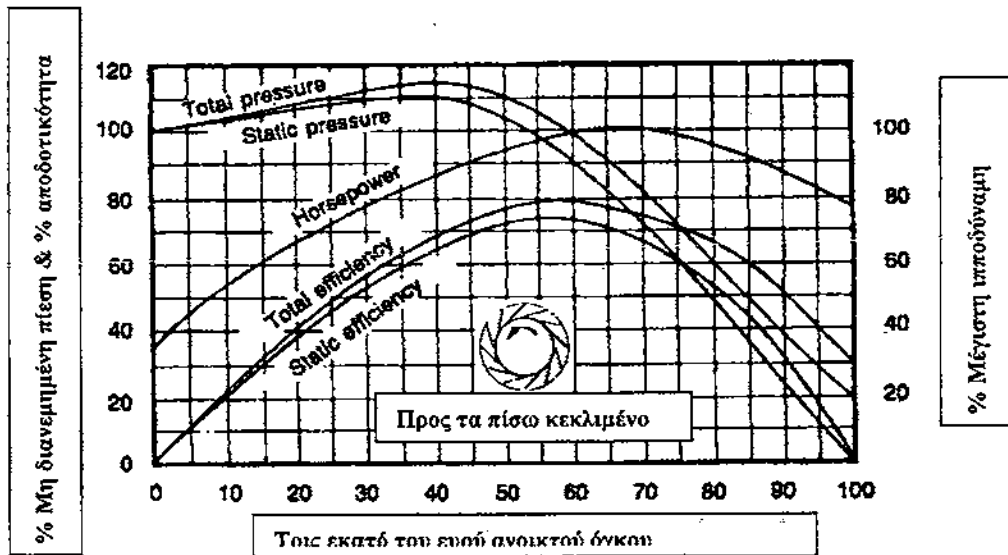
Εικόνα 5.8 Διαγώνιο τμήμα του ανεμιστήρα FC

δεδομένου ότι η λεπίδα γίνεται στενότερη και μακρύτερη, υψηλότερες πιέσεις μπορούν να παραχθούν αλλά τα ποσοστά ροής μειώνονται. Ο κώνος εισόδου παρουσιάζεται κυρτός (στόμιο) για να ελαχιστοποιήσει την αναταραχή του αέρα. Οι ευθείς κώνοι χρησιμοποιούνται επίσης, με κόστος κάποιας μείωσης της απόδοσης. Η εκκαθάριση μεταξύ του κώνου εισόδου και του καλύμματος τροχών πρέπει να ελαχιστοποιηθεί για την αποδοτικότητα, επειδή κάποιο ποσό αέρα βρίσκεται μέσω αυτού του ανοίγματος. Ο μπροστινός-καμπυλωτός τροχός (FC) (Σχέδιο 5.8) συνήθως έχει μια κοντή, ευρεία λεπίδα και ένα επίπεδο κάλυμμα. Ο κώνος εισόδου είναι κυρτός ή στενεύει βαθμιαία και τοποθετείται για να ελαχιστοποιήσει την εκκαθάριση μεταξύ του κώνου εισόδου και του καλύμματος. Αυτός ο τύπος ανεμιστήρα χειρίζεται τους μεγάλους όγκους αέρα στις χαμηλές πιέσεις. Οι απεικονίσεις παρουσιάζουν ανεμιστήρες μονού-πλάτους, μονών-εισόδων (SWSI). Επίσης υπάρχουν ανεμιστήρες διπλού-πλάτους και διπλών-εισόδων (DWDI).

5.2.3 Διαδικασίες δοκιμής ανεμιστήρων

Οι ανεμιστήρες για τις εφαρμογές HVAC πρέπει να εξεταστούν για την εκτιμώμενη απόδοση σύμφωνα με τα πρότυπα AMCA 210-85,¹ που διατίθενται από την ένωση κινούμενων αερίων και συνθηκών. Επίσης τα πρότυπα ASHRAE 51-75 ορίζουν την οργάνωση δοκιμής και συλλογή στοιχείων των διαδικασιών στη δοκιμή ανεμιστήρων. Για ένα σύνολο διάφορων μεγεθών των γεωμετρικά παρόμοιων ανεμιστήρων, μόνο ο μικρότερος ανεμιστήρας εξετάζεται. Η απόδοση όλων των άλλων μεγεθών υπολογίζεται, με τη χρησιμοποίηση των τύπων που είναι βασισμένοι στους νόμους των ανεμιστήρων. Η δοκιμαστική εγκατάσταση και οι διαδικασίες σχεδιάζονται για τους ιδανικούς όρους κολπίσκων και εξόδου, με το ελάχιστο της αναταραχής. Αργότερα σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτύξουμε την επίδραση των μη ιδανικών συνθηκών που βρίσκονται συνήθως στις εγκαταστάσεις συστημάτων HVAC.

Η διαδικασία δοκιμής περιλαμβάνει τη μέτρηση της ροής του αέρα και της υποδύναμης κατά των ποικίλων πιέσεων, για μια σταθερή ταχύτητα ανεμιστήρων. Η



*total pressure=συνολική πίεση

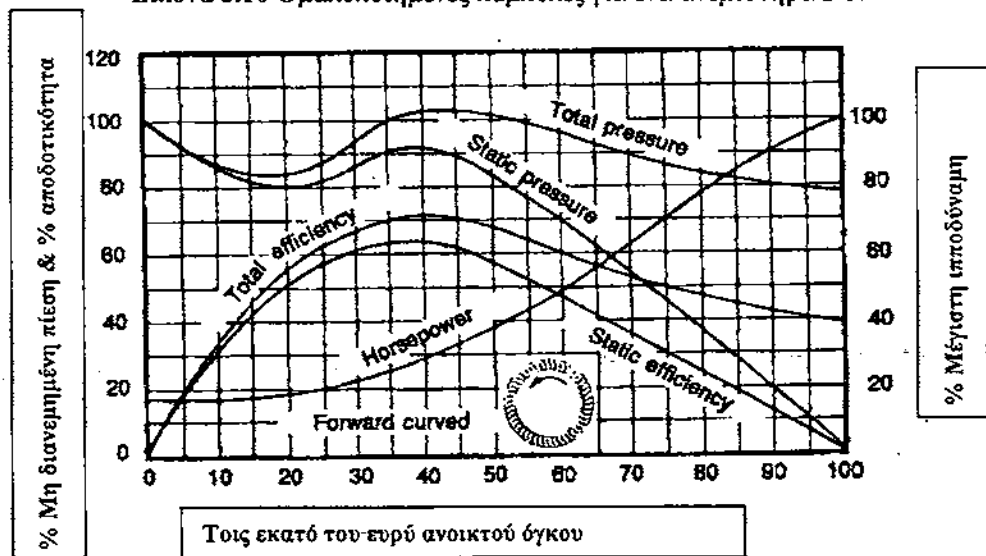
*static pressure=στατική *horsepower=ιπποδύναμη

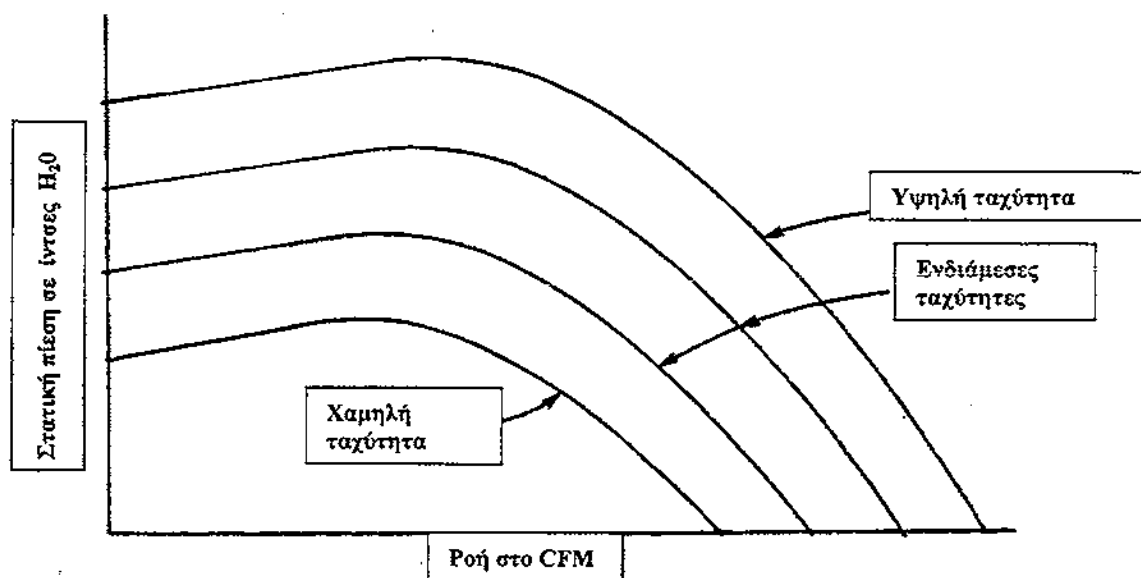
*total efficiency=συνολική απόδοση *static efficiency=στατική απόδοση

Εικόνα 5.9 Ομαλοποιημένες καμπύλες για έναν ανεμιστήρα ΒΙ. (Ανατυπωμένος με άδεια της AMCA δημοσίευση 201, ανεμιστήρες και συστήματα)

πίεση μετριέται σε ίντσες νερού, με τη χρησιμοποίηση ενός μανόμετρου ελαίου ή ύδατος. Η ροή του αέρα μετριέται σε κυβικά πόδια ανά λεπτό. Τα στοιχεία μπορούν έπειτα να σχεδιαστούν ως σειρά καμπυλών παρόμοιων με το Σχέδιο, 5,9. Αυτό το σχέδιο περιέχει τις "ομαλοποιημένες" χαρακτηριστικές καμπύλες για έναν ανεμιστήρα ΒΙ. Οι καμπύλες αεροτομών ανεμιστήρων είναι παρόμοιες με ελαφρώς υψηλότερες αποδόσεις. Οι καμπύλες για ένα FC ανεμιστήρα έχουν μια διαφορετική μορφή, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 5.10. Όταν η ταχύτητα των ανεμιστήρων ποικίλλει, το αποτέλεσμα είναι ένα σύνολο από παράλληλες καμπύλες, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 5.11.

Εικόνα 5.10 Ομαλοποιημένες καμπύλες για ένα ανεμιστήρα FC.



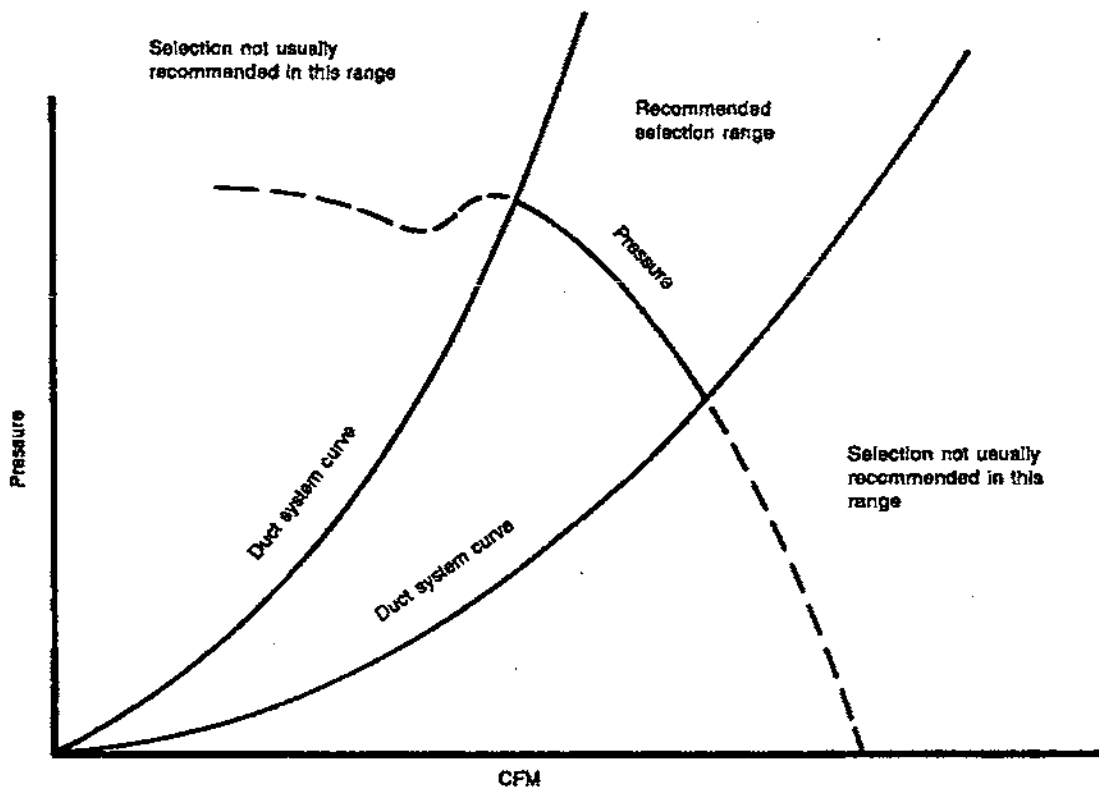


Εικόνα 5.11 Απόδοση ανεμιστήρων σε ποικίλες ταχύτητες.

5.2.4 Στοιχεία απόδοσης ανεμιστήρων

Το σύστημα HVAC στο οποίο ένας ανεμιστήρας πρόκειται να εγκατασταθεί έχει ένα σύστημα-καμπυλών χαρακτηριστικό σχετικά με τη γεωμετρία του. Σύμφωνα με τους νόμους της υδραυλικής, η απώλεια πίεσης των συστημάτων ποικίλλει όπως το τετράγωνο της αλλαγής στο ποσοστό ροής του αέρα. Η καμπύλη των συστημάτων μπορεί να επιβληθεί σε μια καμπύλη ανεμιστήρων, με συνέπεια κάτι σαν το Σχέδιο 5.12. Για λόγους της απεικόνισης, αυτό παρουσιάζει δύο διαφορετικές καμπύλες συστημάτων. Αυτές οι δύο καμπύλες είναι τα συνιστώμενα όρια μεταξύ των οποίων ο ανεμιστήρας μπορεί αποτελεσματικά και ακίνδυνα να χρησιμοποιηθεί. Οι πίνακες απόδοσης του κατασκευαστή καλύπτουν κανονικά αυτήν την περιοχή της γραφικής παράστασης. Η λειτουργία στις συνθήκες έξω από τα συνιστώμενα όρια μπορεί να οδηγήσει στη μη αποδοτικότητα, το θόρυβο, και την αστάθεια (κύμα).

Το σημείο διατομής της καμπύλης των ανεμιστήρων και της καμπύλης των συστημάτων καθορίζει το ποσοστό ροής της πραγματικής λειτουργίας σε σχέση με την πίεση. Αυτό προϋποθέτει ότι η αντίσταση του συστήματος έχει υπολογιστεί ακριβώς και ότι ο ανεμιστήρας έχει εγκατασταθεί έτσι ώστε οι εσωτερικές και εξωτερικές συνθήκες να είναι συγκρίσιμες με εκείνες που χρησιμοποιούνται στην εργαστηριακή δοκιμή. Στην πραγματικότητα, αυτό είναι σπάνιο. Η δημοσίευση AMCA 201,² 'ανεμιστήρες και συστήματα', μελετά τα αποτελέσματα συστημάτων λεπτομερώς και περιλαμβάνει πολλά στοιχεία όσον αφορά τους πολλαπλασιαστές που χρησιμοποιούνται για τα διάφορα αποτελέσματα συστημάτων που είναι πάρα πολύ ογκώδη για να συμπεριληφθούν σε αυτό το βιβλίο. Η επίδραση είναι διευκρινισμένη στο Σχέδιο 5.13, το οποίο λαμβάνεται από τη δημοσίευση AMCA 201 και χρησιμοποιείται με άδεια. Η θεωρητική επιλογή ανεμιστήρων θα ήταν στην συνθήκη 1 στην υπολογισμένη καμπύλη συστημάτων των αγωγών. Εντούτοις, εάν η πραγματική καμπύλη συστημάτων είναι όπως παρουσιάζεται από την διακεκομμένη γραμμή, κατόπιν ο ανεμιστήρας που επιλέγεται στην συνθήκη 1 θα αποδώσει πραγματικά στην συνθήκη 4, με μια υψηλότερη πίεση και μια χαμηλότερη ροή από τις τιμές του διαγράμματος. Για να



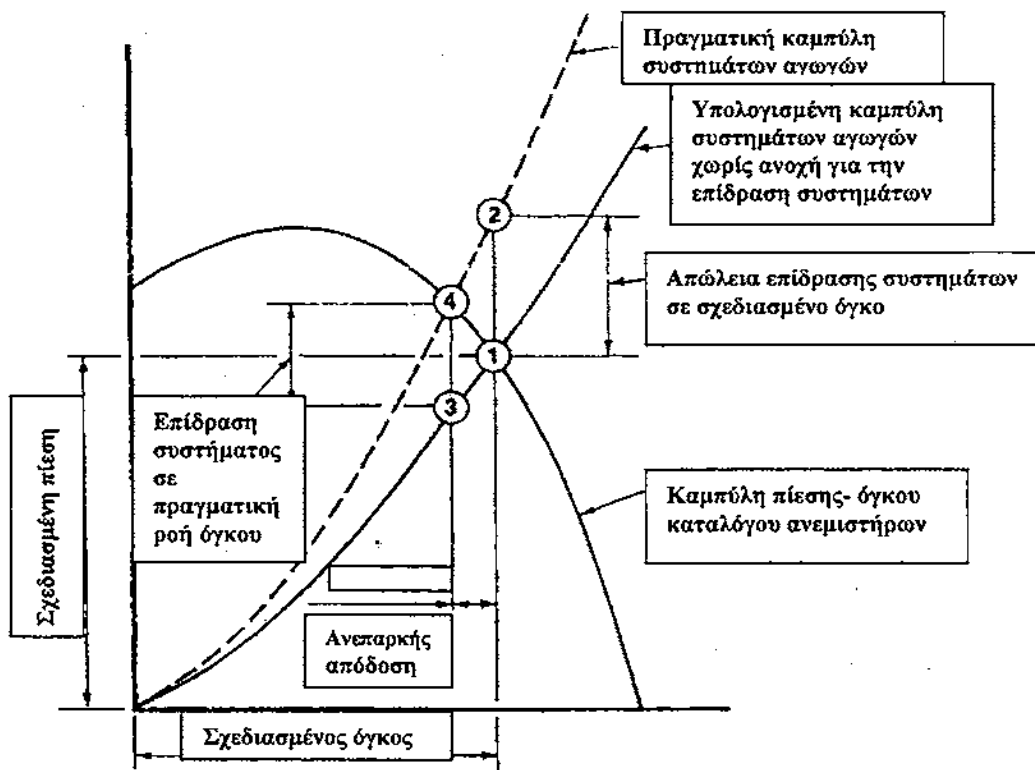
*Duct system curve= καμπύλη συστήματος αγωγού

Εικόνα 5.12 Συνιστώμενη απόδοση ενός χαρακτηριστικού φυγοκεντρικού ανεμιστήρα. (Ανατυπωμένο με την άδεια της AMCA δημοσίευση 201, ανεμιστήρες και συστήματα.)

πάρει το ποσοστό ροής του αέρα του διαγράμματος, ο ανεμιστήρας θα πρέπει να επιταχυνθεί προς τα επάνω για να φτάσει την συνθήκη 2. Αυτό μπορεί μην είναι δυνατό με την αρχική επιλογή των ανεμιστήρων και της ιπποδύναμης, και θα απαιτηθεί ένας διαφορετικού μεγέθους ανεμιστήρας. Εάν το πρόβλημα παρατηρηθεί μετά από την εγκατάσταση, θα να είναι πολύ δαπανηρό για να διορθωθεί.

Τα πιο κοινά λάθη εγκαταστάσεων αφορούν τις εσωτερικές και εξωτερικές συνθήκες των ανεμιστήρων. Το ιδανικό και στις δύο περιπτώσεις είναι μια βαθμιαία μετάβαση χωρίς τις στροφές κοντά στον ανεμιστήρα. Οι βάνες στροφής πρέπει να τοποθετούνται στις εισόδους των γωνιακών αγωγών. Μια συνθήκη εισόδου που δημιουργεί μια στροβιλώδη κίνηση στην κατεύθυνση της περιστροφής θα μειώσει την καμπύλη τιμών πίεσης από ένα ποσό ανάλογα με την ένταση της δίνης, αυτό είναι η αρχή που χρησιμοποιείται από εσωτερικές βάνες των διατάξεων απόσβεσης. Μια συνθήκη που προκαλεί έναν στρόβιλο αντίθετα από την κατεύθυνση της περιστροφής θα προκαλέσει μια ουσιαστική αύξηση της ιπποδύναμης.

... Η εγκατάσταση σε έναν εσωτερικό χώρο μεγάλης πίεσης (όπως στα περισσότερα συσκευασμένα συστήματα HVAC) ή η απαλλαγή άμεσα σε ένα χώρο μεγάλης πίεσης (όπως στα ποικίλης ζώνης και στα συστήματα διπλής κατεύθυνσης αγωγών) έχει επιπτώσεις στην απόδοση των ανεμιστήρων.

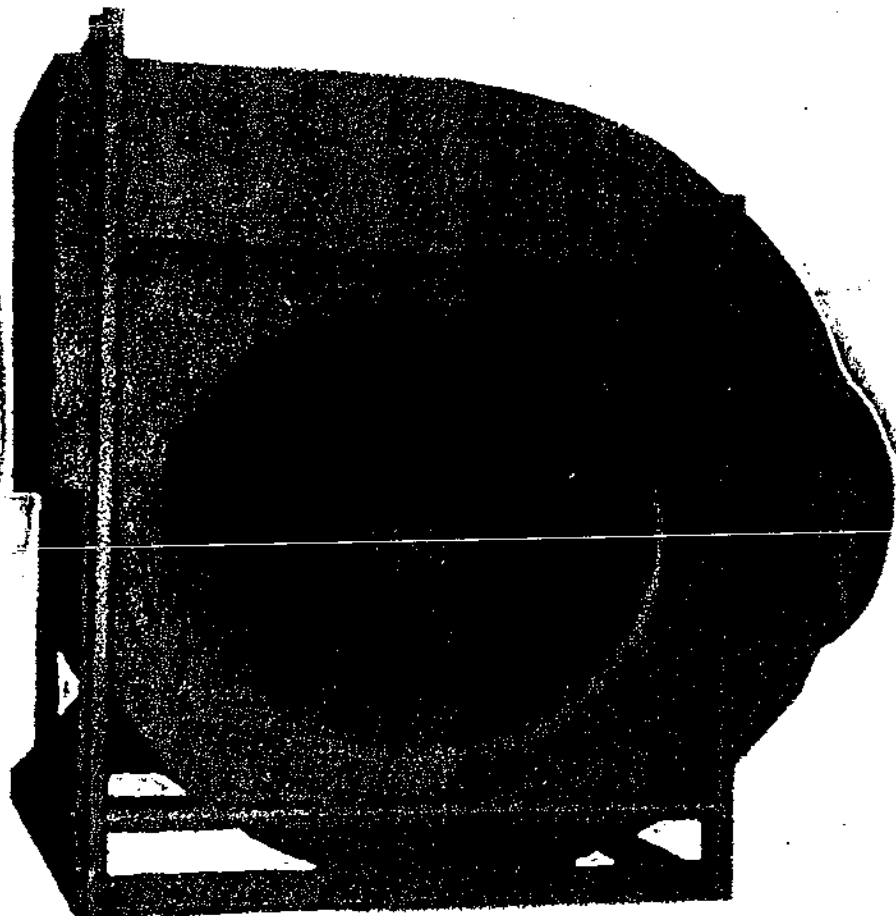


Σχήμα 5.13 Ανεπαρκής απόδοση συστημάτων αγωγών, αποτελέσματα συστημάτων που αγνοούνται. (Ανατυπωμένο με άδεια από AMCA δημοσίευση 201, Ανεμιστήρες και συστήματα.)

Οι καμπύλες απόδοσης δείχνουν τις κατηγορίες των ανεμιστήρων. Οι κατηγορίες I, II, III, και IV αφορούν τις δομικές αξιολόγησης που απαιτούνται για να προσαρμόσουν τις υψηλότερες ταχύτητες και τις πιέσεις. Αυτές περιλαμβάνουν τα ισχυρότερα πλαίσια και τους τροχούς και τους μεγαλύτερους άξονες και τις συμπεριφορές.

5.2.5 Βάνες εισόδων διατάξεων απόσβεσης για τον έλεγχο όγκου ανεμιστήρων

Μια κοινή μέθοδος ελέγχου του όγκου των ανεμιστήρων χρησιμοποιεί τη βάνα εισόδου της διάταξης απόσβεσης (Σχέδιο 5.14). Αυτό αποτελείται από ένα δαχτυλίδι – διαμόρφωσης στοιχείων που ανοίγουν και κλείνουν παράλληλα. Ο έλεγχος μπορεί να είναι χειρωνακτικός ή αυτόματος. Όταν εγκαθίσταται κατάλληλα για να παρέχει έναν εσωτερικό στρόβιλο στην κατεύθυνση της περιστροφής των ανεμιστήρων, η διάταξη απόσβεσης αλλάζει την καμπύλη απόδοσης των ανεμιστήρων όπως φαίνεται στο Σχέδιο 5.15. Επίσης μειώνεται η υποδύναμη των ανεμιστήρων, αν και όχι τόσο πολύ όπως θα προβλεπόταν από τους νόμους για τους ανεμιστήρες, επειδή η διάταξη απόσβεσης

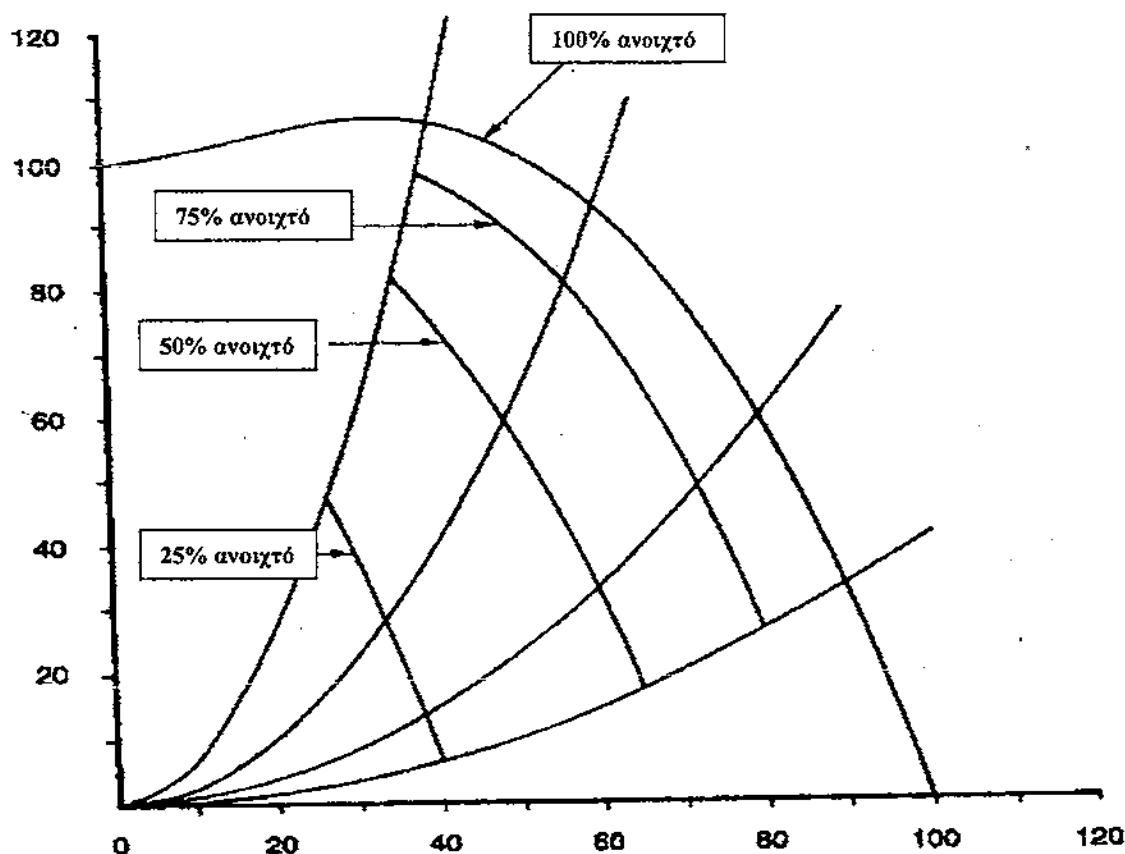


Σχέδιο 5. 14 Βάνα εισόδου διάταξης απόσβεσης. (Ευγένεια του Σικάγου ανεμιστήρα Co.)

αυξάνει την απώλεια πίεσης των συστημάτων. Η χρήση των διατάξεων απόσβεσης απαλλαγής δεν συστήνεται για τον έλεγχο του όγκου αλλά μόνο για τη μόνωση των ανεμιστήρων.

5.2.6 Μηχανικές και δομικές εκτιμήσεις

Ο μηχανισμός τοποθέτησης και οδήγησης του τροχού του ανεμιστήρα απαιτεί πολλές μηχανικές και δοκιμαστικές εκτιμήσεις. Υπάρχουν πολλά είδη ρουλεμάν που υποστηρίζουν τον άξονα, ανάλογα με την ταχύτητα της περιστροφής, το βάρος του τροχού, τη διαβιβασθείσα δύναμη και εάν ο τροχός του ανεμιστήρα

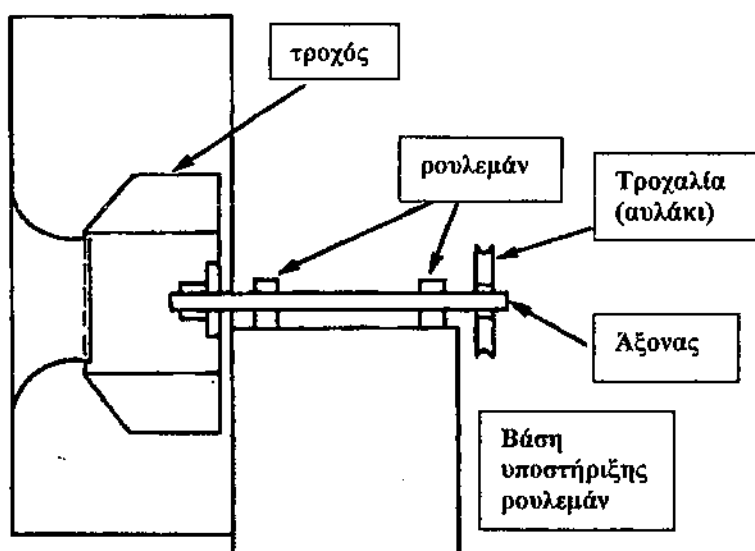


Σχήμα 5.15 Χαρακτηριστική ομαλοποιημένη καμπύλη πίεσης όγκου- έλεγχος βάνας εισόδου για έναν ΒΙ ανεμιστήρα. (Ανατυπωμένο με άδεια από τη AMCA δημοσίευση 201, ανεμιστήρες και συστήματα).

προεξέχει ή υποστηρίζεται μεταξύ των ρουλεμάν (Σχέδιο 5.17). Μερικές φορές χρησιμοποιούνται τρία ρουλεμάν, τότε η ευθυγράμμιση πρέπει να είναι ακριβής. Οι υποστηρίξεις των ρουλεμάν πρέπει να είναι αρκετά ισχυρές και να υποστηρίξουν τα ρουλεμάν χωρίς κάμψη. Ο άξονας κίνησης πρέπει να είναι ισχυρός και αρκετά άκαμπτος ώστε να στηρίζει τον τροχό του ανεμιστήρα μεταξύ των ρουλεμάν και να μεταφέρει την απαραίτητη δύναμη χωρίς αδικαιολόγητη κάμψη πέρα από μια διευκρινισμένη περιστροφική ταχύτητα. Όλοι οι άξονες έχουν μια κρίσιμη ταχύτητα με την οποία υπερβολική δόνηση, θόρυβος, και πιθανή αποτυχία μπορεί να εμφανιστούν. Πολλοί άξονες έχουν δύο ή περισσότερες κρίσιμες ταχύτητες. Μερικές φορές η χαμηλότερη κρίσιμη ταχύτητα είναι μικρότερη από το κανονικό εύρος ταχύτητας του ανεμιστήρα. Αυτό είναι ικανοποιητικό όταν ο ανεμιστήρας επιταχύνεται γρήγορα μέσω της κρίσιμης ταχύτητας. Δεν θα είναι ικανοποιητικό εάν ο ανεμιστήρας πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε μια εφαρμογή ελέγχου-ταχύτητας VAV.

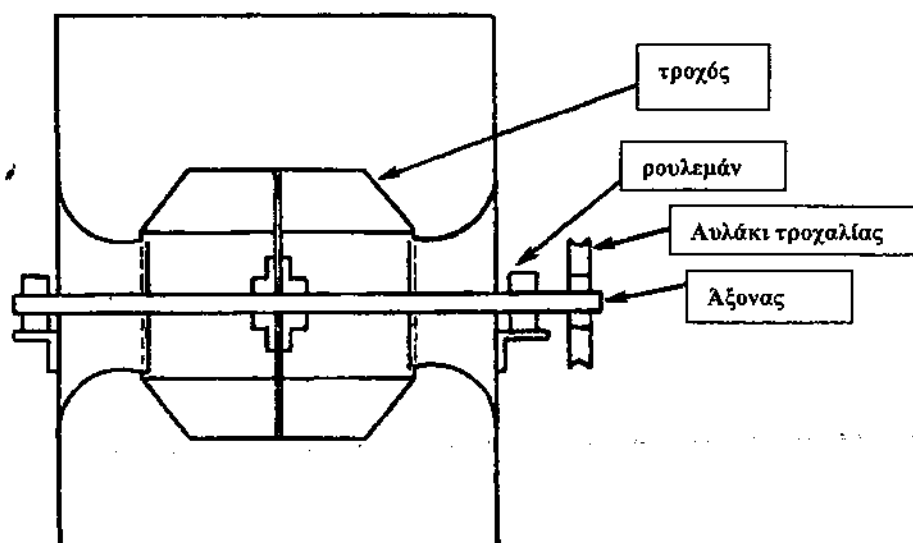
5.2.7 Αξονικοί ανεμιστήρες

Οι αξονικής ροής ανεμιστήρες μεταδίδουν την ενέργεια στο ρεύμα αέρος με τη μετάδοση μιας στροβιλιζόμενης κίνησης. Οι βάνες ομαλοποίησης πρέπει να παρέχονται σε ένα σωληνοειδές σύνολο για να βελτιώσουν τη ροή

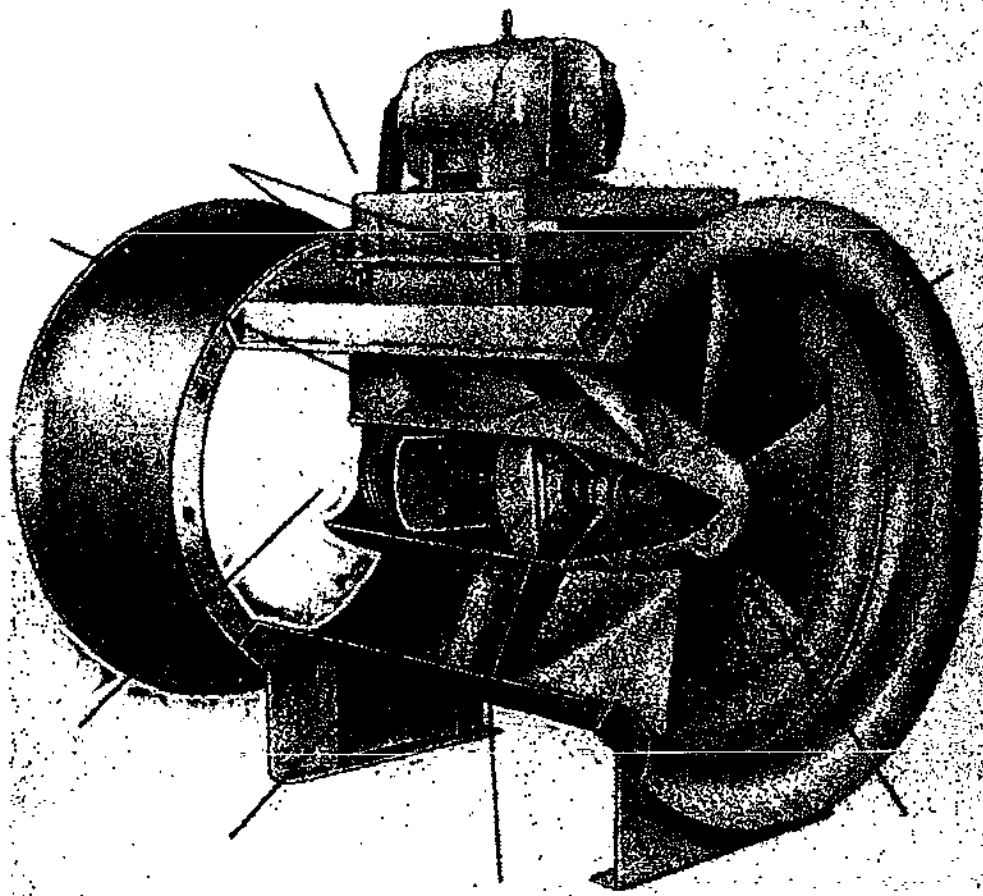


Σχέδιο 5.16. Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας με επικρεμάμενο τροχό

και την αποδοτικότητα με τη χρήση συστημάτων αγωγών, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 5.18. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μάντας ή οδηγός κίνησης. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες απόδοσης για έναν ανεμιστήρα με αξονική ροή παρουσιάζονται στο Σχέδιο 5.19. Σημειώνεται ότι οι αυξήσεις υποδύναμης σε σχέση με τη μη-ροή πρέπει να ληφθούν για να αποφύγουν την επιλογή σε αυτές τις περιοχές, και οι μηχανές πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες για να αποφύγουν την υπερφόρτωση. Σε αυτήν την σύνδεση, σημειώνεται ότι οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες λειτουργούν



Σχέδιο 5.17. Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας με τροχό ανάμεσα στα ρουλεμάν



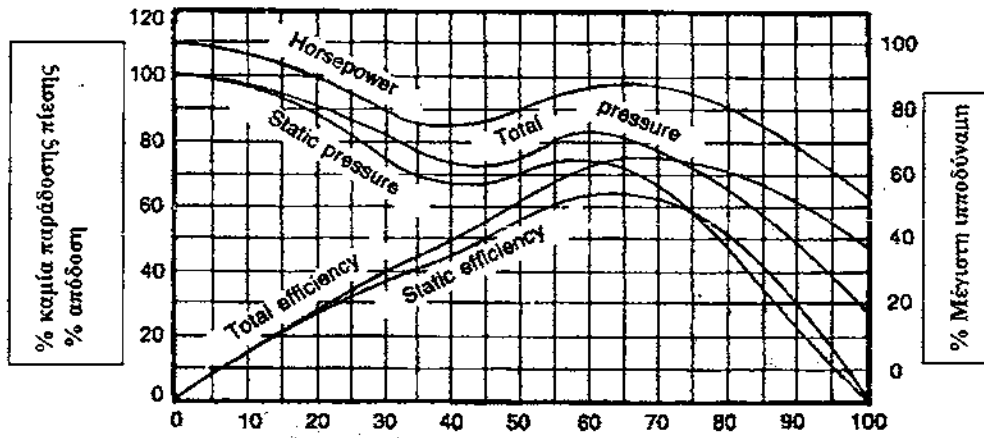
Σχέδιο 5.18 Ανεμιστήρας αξονικής ροής, όψη τομής
(Προσφορά του Chicago Corp.)

χωρίς υπερφόρτωση - υπάρχει κάποιο ποσοστό υποδύναμης που δεν θα υπερβεί ποτέ σε μια δεδομένη ταχύτητα.

Η αξονική απόδοση των ανεμιστήρων ελέγχεται από τη μορφή των λεπίδων και το βήμα του έλικα, την αναλογία της διαμέτρου πλημνών στη διάμετρο των ακρών και τον αριθμό των λεπίδων. Έχουμε μεγάλες αναλογίες πλήμνης-άκρων (0,6 έως 0,8) σε σχέση με τα χαμηλότερα ποσοστά ροής και τις υψηλότερες πιέσεις από τις μικρές αναλογίες πλήμνης-άκρων (0,4 έως 0,5). Οι λεπίδες με αεροτομές είναι αποδοτικότερες. Ο όγκος των ανεμιστήρων μπορεί να ποικίλει με την αλλαγή της ταχύτητας. Η πιο κοινή μέθοδος ελέγχου του όγκου είναι να χρησιμοποιηθούν οι λεπίδες μεταβλητού-βήματος έλικα, οι οποίες επιτρέπουν αλλαγές στα χαρακτηριστικά της πίεσης και της απόδοσης ροής.

5.2.8 Ανεμιστήρες προωστήρων

Ο ανεμιστήρας προωστήρων χρησιμοποιείται πρώτιστα για την κίνηση του αέρα σε χαμηλή πίεση, συνήθως χωρίς αγωγό. Χρησιμοποιείται συχνά στους εξαεριστήρες στεγών και τοίχων για την αποκατάσταση, της εξαγωγής και της ανακούφισης.

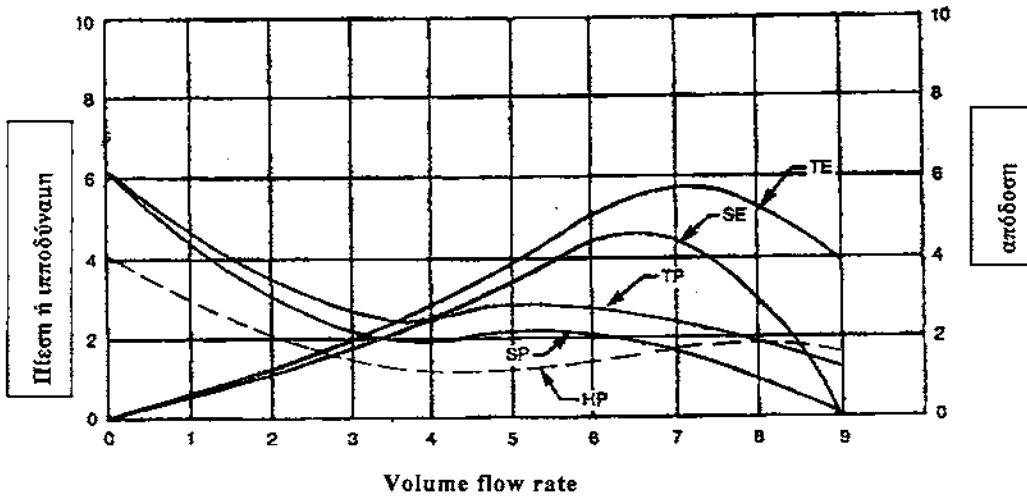


Σχήμα 5.19. Χαρακτηριστική ομαλοποιημένη καμπύλη για ανεμιστήρα αξονικής ροής. (Ανατυπωμένος με την άδεια της AMCA δημοσίευση 201, ανεμιστήρες και συστήματα).

Οι αποδοτικότητες είναι χαμηλές και η ιπποδύναμη αυξάνεται ραγδαία καθώς η κατάσταση της μη-ροής προσεγγίζεται (Σχέδιο 5.20). Ο ανεμιστήρας τοποθετείται συνήθως σε ένα κυκλικό στόμιο ή πιάτο venturi άμεσα ή με κινούμενο ιμάντα.

5.2.9 Θόρυβος ανεμιστήρων

Οι ανεμιστήρες λειτουργούν πιο ήσυχα στην περιοχή των υψηλότερων αποδοτικότητας, επειδή η ενέργεια που δεν μετατρέπεται σε δύναμη μετατρέπεται



Σχήμα 5.20 Χαρακτηριστική ομαλοποιημένη καμπύλη για έναν ανεμιστήρα προωστήρων, (Ανατυπωμένο με άδεια από το βιβλίο εργασίας ASHRAE PDS)

συνήθως σε θόρυβο. Γενικά, τα επίπεδα θορύβου αυξάνονται με υψηλότερες ταχύτητες εξόδου (φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες) ή ταχύτητες ακρών (προωστήρας και αξονικοί ανεμιστήρες), λαμβάνοντας υπόψη τις ισοδύναμες αποδοτικότητες. Εντούτοις, υψηλότερες ταχύτητες εξόδου ή ταχύτητες ακρών απαιτούνται στις υψηλότερες πιέσεις.

5.3 Σχέδιο αεραγωγών

Ένας αεραγωγός είναι ένας εσωκλειόμενος αγωγός μέσω του οποίου ο αέρας μεταβιβάζεται από μια θέση σε άλλη. Ο μελετητής του συστήματος αγωγού πρέπει να λάβει υπόψη τον διαθέσιμο χώρο, τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου, τη δυνατότητα για τη διαρροή των αγωγών, την επίδραση των απωλειών θερμότητας των αγωγών ή των κερδών στην απόδοση των συστημάτων, τη θερμική μόνωση και τη μόνωση θορύβου, την επίδραση των μολυσματικών παραγόντων του αέρα στα υλικά των αγωγών (διάβρωση, κ.λπ.), τον έλεγχο πυρκαγιάς και καπνού, και τις απώλειες πίεσης λόγω της τριβής και της αναταραχής. Οι κύριες αναφορές στο σχέδιο αεραγωγών είναι τα εγχειρίδια ASHRAE³ και τα εγχειρίδια που δημοσιεύονται από την διεθνή ένωση των κατασκευαστών των μεταλλικών φύλλων και κλιματισμού (SMACNA).⁴ Τα εγχειρίδια ASHRAE εξετάζουν και το σχέδιο συστημάτων και την κατασκευή των αγωγών, τα εγχειρίδια SMACNA ασχολούνται με τις μεθόδους κατασκευής αγωγών για να εξασφαλίσουν την επαρκή δύναμη και να ελαχιστοποιήσουν τη διαρροή. Πολλά διαφορετικά υλικά αγωγών χρησιμοποιούνται, αλλά κυρίως γαλβανίζονται σε φύλλα χάλυβα. Το αργίλιο και το φαιμπεργκλας (γυαλί με ίνες) είναι επίσης κοινά σε μερικές εφαρμογές.

5.3.1 Πιέσεις

Στο σχέδιο των συστημάτων αγωγών, τρεις πιέσεις διευκρινίζονται: η συνολική πίεση P_t , η στατική πίεση P_s , και η πίεση ταχύτητας P_u . Η συνολική πίεση είναι το ποσό της ταχύτητας και των στατικών πιέσεων :

$$P_t = P_s + P_u \quad (5.8)$$

Στην εργασία HVAC, αυτές οι πιέσεις μετριοούνται συνήθως και εκφράζονται σε τιμές του ύψους μιας υδάτινης στήλης που υποστηρίζεται από την πίεση. Η στατική πίεση είναι η πίεση που υπάρχει στον αγωγό ανεξαρτήτου της ταχύτητας. Η στατική πίεση θεωρείται ότι είναι ομοιόμορφη σε όλες τις κατευθύνσεις. Η πίεση ταχύτητας είναι αυτή λόγω της αδρανούς ενέργειας του ρεόντος ρευστού (αέρας στο σύστημα HVAC) και μετρείται στην κατεύθυνση της ροής. Για τις τυποποιημένες συνθήκες αέρα (πυκνότητα $0,075 \text{ LB/}^3\text{FT}$) η εξίσωση για την ταχύτητα πίεσης είναι :

$$P_u = \left(\frac{V}{4005} \right)^2 \quad (5.9)$$

όπου P_u = πίεση ταχύτητας, στο H_2O
 V = ταχύτητα, σε ft/min
4005 = διαστατική σταθερά

Επειδή η διαστατική σταθερά περιλαμβάνει την πυκνότητα του αέρα, η σταθερά πρέπει να διορθωθεί για τις ανυψώσεις επάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Αυτό γίνεται με τη διαίρεση της σταθεράς σταθμών θάλασσας 4005 από την τετραγωνική ρίζα της αναλογίας πυκνότητας στην επιθυμητή ανύψωση (βλ. Πίνακας 3.3 για την αναλογία πυκνότητας). Κατά συνέπεια, η σταθερότητα για 5000 πόδια(ft) ανύψωσης είναι :

$$P_u = \frac{4005}{\sqrt{0.83}} = 4400$$

5.3.2 Αλλαγές πίεσης στα συστήματα αγωγών

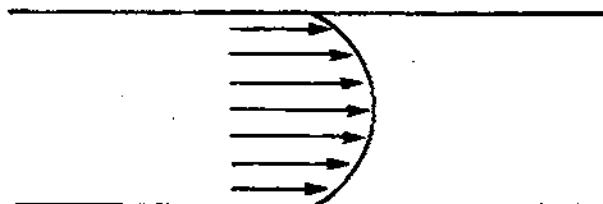
Όπως ρέει ο αέρας μέσω ενός αγωγού, υπάρχει μια απώλεια ενέργειας - που μετριέται ως συνολική μείωση πίεσης - λόγω της τριβής και των δινών. Το εγχειρίδιο ASHRAE δηλώνει : 'Οι της τριβής απώλειες οφείλονται στο ιξώδες του ρευστού και είναι το αποτέλεσμα της ανταλλαγής ορμής μεταξύ των μορίων στην γραμμική ροή και μεταξύ των μορίων στις διαφορετικές ταχύτητες στην τυρβώδη ροή'. Στην απλούστερη γλώσσα, μερικά μόρια αέρα τρίβονται πάνω στο τοίχωμα των αγωγών και επιβραδύνονται, άλλα μόρια τρίβονται ενάντια στα πιο αργά μόρια, και αντίστοιχα. Σε ένα μακρύ, ευθύ τμήμα του αγωγού, αυτό οδηγεί σε ένα σχέδιο ταχύτητας κάτι σαν το Σχέδιο 5.21. Η απώλεια τριβής σε αυτό το τμήμα θα είναι ομοιόμορφη και σταθερή εφ' όσον οι διαστάσεις αγωγών και το ποσοστό ροών του αέρα παραμένουν σταθερές. Οι απώλειες τριβής μετριοούνται σε ίντσες νερού ανά 100 ft του αγωγού. Για λόγους υπολογισμού, χρησιμοποιείται η μέση ταχύτητα στον αγωγό.

Όταν ο αγωγός αλλάζει διαστάσεις ή κατεύθυνση, υπάρχει μια πρόσθετη δυναμική απώλεια λόγω της αναταραχής όπως οι στρόβιλοι, οι δίνες και οι ανομοιόμορφοι σχεδιασμοί ταχύτητας που παράγονται από τις αδρανείς ιδιότητες του αέρα - την τάση να συνεχίσει να ρέει σε μια ευθεία γραμμή. Κατά συνέπεια, σε μία γωνία ο αέρας τείνει 'να συσσωρευτεί επάνω' κατά μήκος του τοιχώματος της γωνίας, δημιουργώντας μια αρνητική πίεση και έναν στρόβιλο στο λαιμό (βλ. το Σχέδιο 5.22). Παρόμοια φαινόμενα εμφανίζονται στις απότομες μεταβάσεις (διαστατικές αλλαγές). Βαθμιαίες μεταβάσεις (Σχέδιο 5.23) ελαττώνουν ή εξαλείφουν τα αποτελέσματα της αναταραχής.

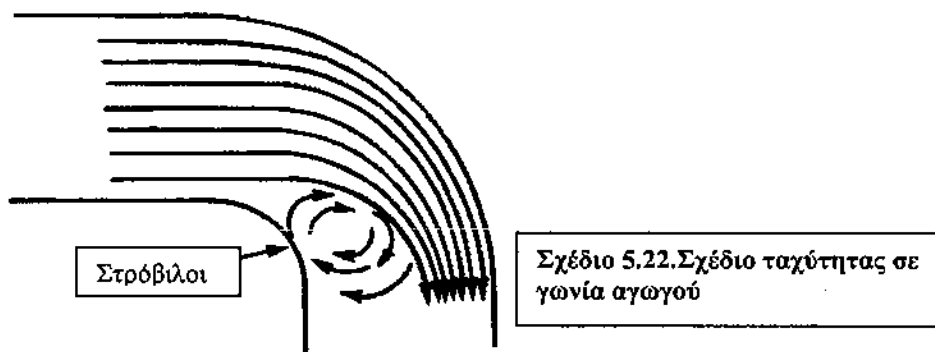
Το Σχήμα 5.24 επεξηγεί τις χαρακτηριστικές αλλαγές πίεσης σε συστήματα αγωγών HVAC. Να σημειωθεί ότι η συνολική πίεση θα μειώνεται συνεχώς - εκτός από όπου αυξάνεται από την λειτουργία των ανεμιστήρων - αλλά η πίεση ταχύτητας θα ποικίλει με τη ροή και τη διάσταση αγωγών, όταν οι ταχύτητα πίεσης αλλάζει, η στατική πίεση πρέπει επίσης να αλλάξει. Σε οποιαδήποτε μετάβαση, κάποια πίεση ταχύτητας μετατρέπεται σε στατική πίεση, ή αντίστροφα.

5.3.3 Απώλειες τριβής

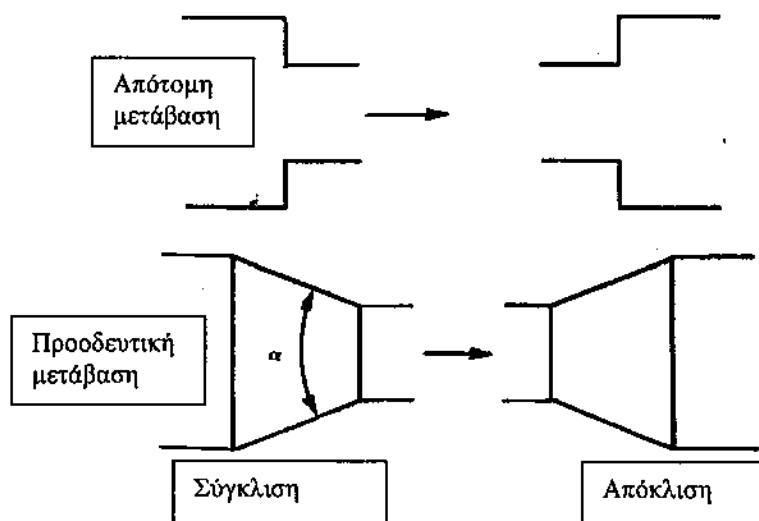
Το εγχειρίδιο ASHRAE Βασικές αρχές του 1989 περιέχει μια λεπτομερή θεωρητική ανάλυση των απωλειών τριβής στους αγωγούς. Για πρακτικούς λόγους, η απώλεια τριβής



Σχέδιο 5.21. Σχέδιο ταχύτητας αέρα σε ευθύ αγωγό

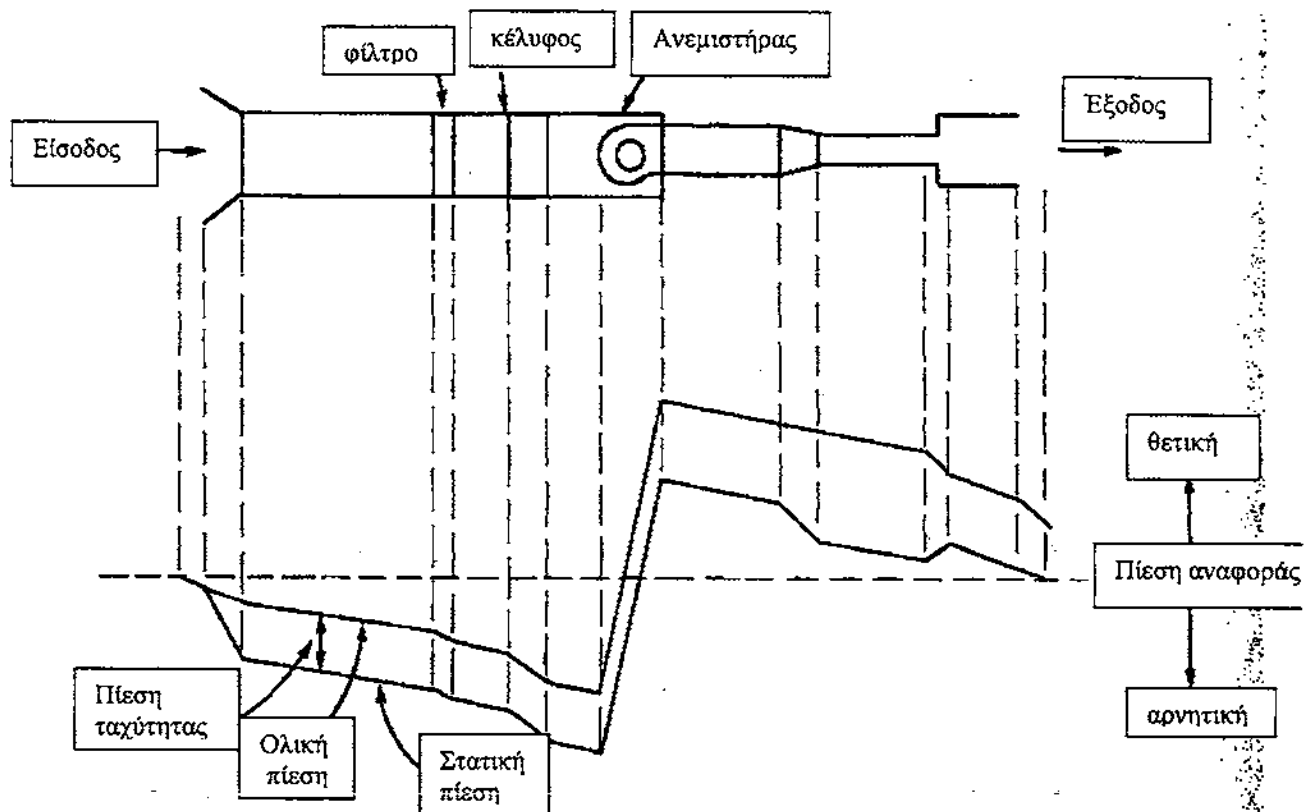


μπορεί να καθοριστεί από το διάγραμμα τριβής (Σχέδιο 5.25). Αυτό παρουσιάζει την απώλεια τριβής στους στρογγυλούς αγωγούς σε ίντσες νερού ανά 100 ft του μήκους αγωγών, για μια σειρά διαμέτρων και μέσων ταχυτήτων. Αυτό το διάγραμμα είναι βασισμένο σε μια απόλυτη τραχύτητα $\epsilon = 0.0005$, η κατά προσέγγιση τιμή για γαλβανισμένα φύλλα χάλυβα. Είναι επίσης βασισμένο στον τυποποιημένο αέρα (70°F και $0,075 \text{ lb/ft}^3$). Οι διορθώσεις πρέπει να γίνουν για την τραχύτητα των άλλων υλικών των αγωγών και για τις σημαντικές διαφορές στην ανύψωση ή την θερμοκρασία. Ο Πίνακας 5.1 παρέχει τις πληροφορίες για τους παράγοντες τραχύτητας για διάφορα υλικά αγωγών. Το Σχήμα 5.26 παρέχει τους παράγοντες K_m για τέσσερις βαθμούς τραχύτητας. Η απώλεια πίεσης από το διάγραμμα τριβής πολλαπλασιάζεται με το K_m για να πάρει την απώλεια τριβής σε μια διαφορετική τραχύτητα. Η διόρθωση της τραχύτητας είναι ουσιαστική για τη διόρθωση της μελέτης.



Σημείωση: για γωνία των 15° ή λιγότερης ροής θεωρείται μη τυρβώδης.

Σχέδιο 5.23 Μεταβάσεις αγωγών.



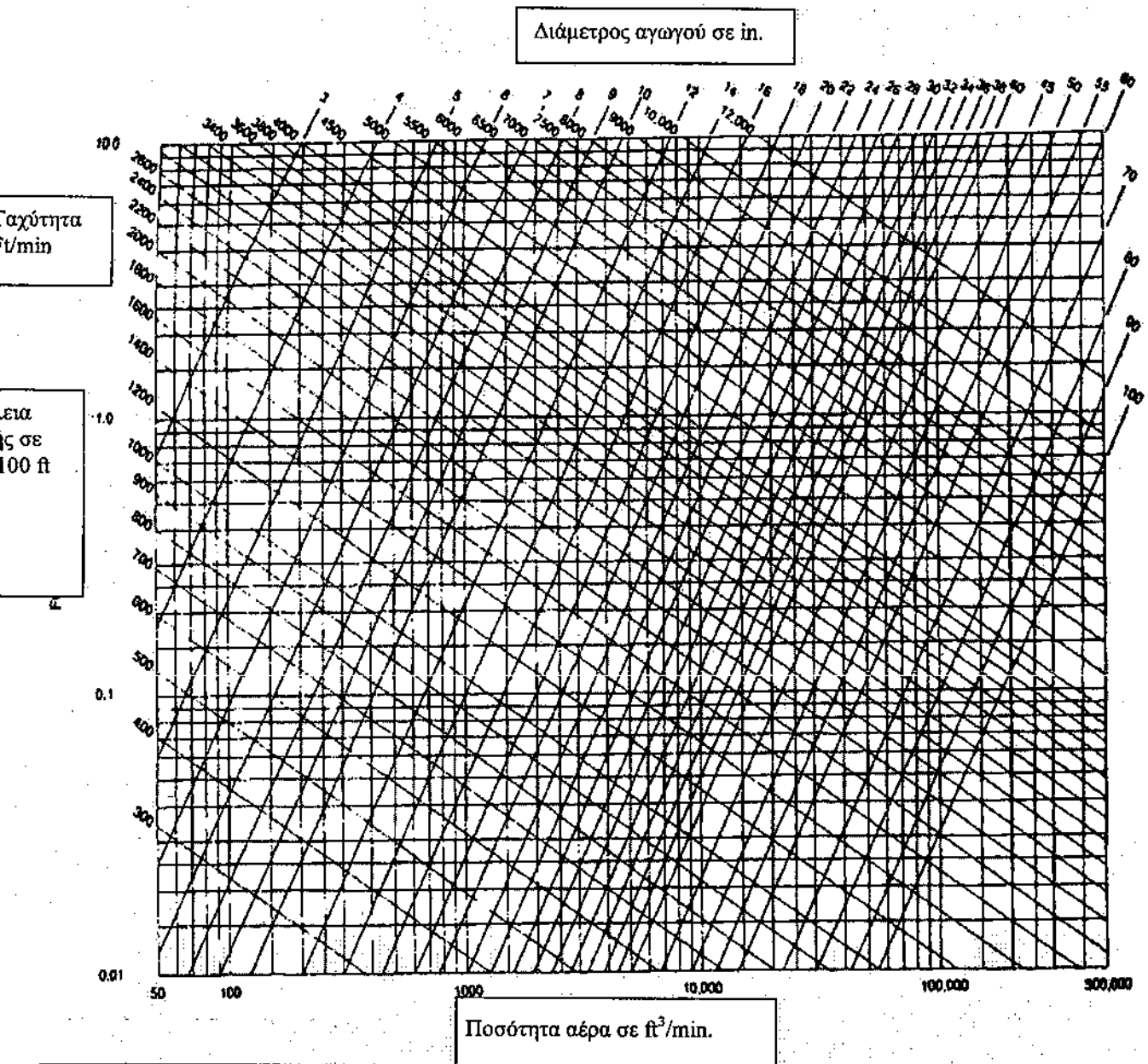
Σχήμα 5.24 Αλλαγές πίεσης κατά τη διάρκεια της ροής σε ένα σύστημα αγωγών.

Οι διορθώσεις για την πυκνότητα, το ιξώδες και την υγρασία του μεταβλητού αέρα είναι αρκετά σύνθετες και συνήθως παραμελούνται, αν και αυτό είναι τεχνικά λάθος. Παραμελώνοντας αυτούς τους παράγοντες συνήθως οδηγούμαστε σε ένα συντηρητικό σχέδιο.

Το διάγραμμα τριβής αέρα (Σχέδιο 5.25) είναι σωστό για τους κυκλικούς αγωγούς. Για τους ορθογώνιους και ωσειδείς αγωγούς, μια ισοδύναμη διάμετρος πρέπει να καθορισθεί από έναν τύπο βασισμένο στην υδραυλική διάμετρο του αγωγού. Η υδραυλική ακτίνα ενός αγωγού είναι η περιοχή που διαιρείται με την περίμετρό της, ή A/P . Η υδραυλική διάμετρος είναι 4 φορές η υδραυλική ακτίνα: $D_e = 4 A/P$. Ο Πίνακας 5.2 παρουσιάζει κυκλικά ισοδύναμα, για τους ορθογώνιους αγωγούς ισοδύναμης ικανότητας. Σημειώνεται ότι η μέση ταχύτητα του ορθογώνιου αγωγού είναι πάντα μικρότερη από αυτή του κυκλικού ισοδύναμού της. Το διάγραμμα τριβής και το διάγραμμα κυκλικού ισοδύναμου έχουν συνδυαστεί σε έναν τύπο υπολογιστικού κανόνα από διάφορους κατασκευαστές, αυτός ο τρόπος απλοποιεί επιτυχώς τις επιλογές ταξινόμησης των αγωγών.

5.3.4 Δυναμικές απώλειες

Οι δυναμικές απώλειες ως αποτελέσματα των διαταραχών, προκαλούνται από τις αλλαγές στην κατεύθυνση ή στην περιοχή της ροής. Αυτές οι απώλειες εμφανίζονται στις συναρμολογήσεις όπως στις γωνίες, τα ταυ, στις μεταβάσεις, στις εισόδους, και στις εξόδους. Για την ευκολία του υπολογισμού, η απώλεια υποτίθεται ότι εμφανίζεται εξ ολοκλήρου στη συναρμολόγηση, και η τριβή αποκλείεται. Η τριβή κατά το τρέξιμο του ευθύ αγωγού υπολογίζεται από τις κεντρικές γραμμές των συναρμολογήσεων. Όπου μια συναρμολόγηση ακολουθεί μια άλλη,



Σχέδιο 5.25. Διάγραμμα τριβής αέρα. (Ανατυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο της ASHRAE 1989, βασικές αρχές)

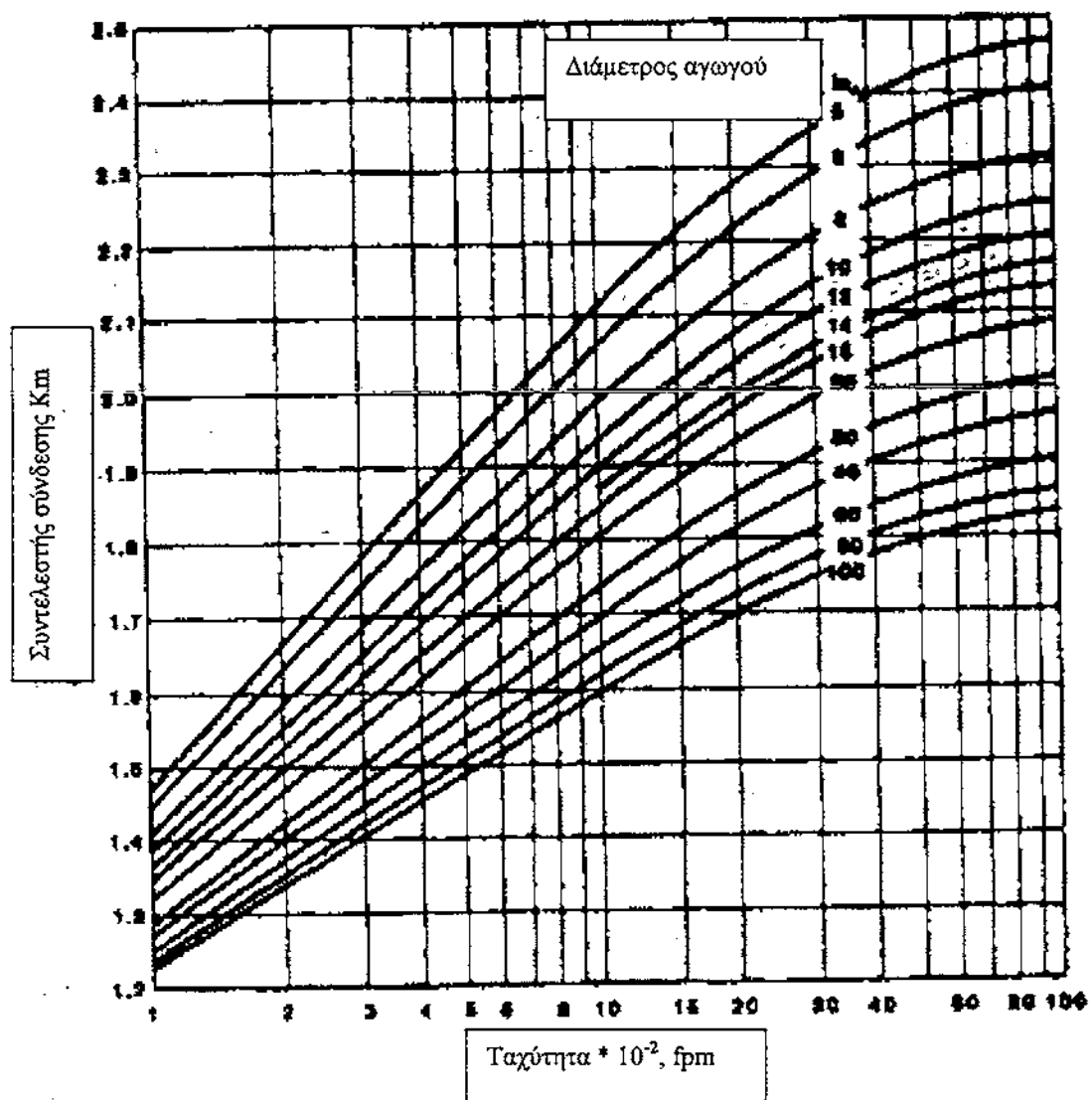
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Παράγοντες τραχύτητας υλικών αγωγών

Υλικό αγωγού	Κατηγορία τραχύτητας	Απόλυτη τραχύτητα ε,ft
Χωρίς επιστροφή ανθρακούχος χάλυβας καθαρότητας(0,00015 ft) Πλαστικός σωλήνας PVC (0.00003-0.00015 ft) Αλουμίνιο(0,00015-0,0002 ft)	Λεία	.0001
Γαλβανισμένο ατσάλι, συνεχώς κυλημένο Επιμήκεις ραφές (<0,0003 ft) Γαλβανισμένο ατσάλι, συνεχώς κυλημένο Σπειροειδής ραφές(0,0002-0,0004 ft)	Μέσης απαλότητας	.0003
Γαλβανισμένο ατσάλι, φύλλα, ζεστής εμβόθισης Επιμήκεις ραφές(0,0005)	Μέσος όρος	.0005
Ινώδης γυάλινοι αγωγοί, άκαμπτοι Ινώδης γυάλινοι γραμμικοί αγωγοί Πλευρά αέρα με υλικό προσώπου(0,005 ft)	Μέσης τραχύτητας	.003
Ινώδης γυάλινοι γραμμικοί αγωγοί Πλευρά αέρα με σπρέι επένδυση(0,015 ft) Εύκαμπτος αγωγός, μεταλλικός (0,004-0,007 ft Όταν εκτείνεται πλήρως) Εύκαμπτος αγωγός ,όλα τα είδη δομής και καλωδίωσης (0,0035- 0,015 ft όταν εκτείνεται πλήρως) Τσιμεντένιος (0,001-0,01 ft)	Τραχός	.01

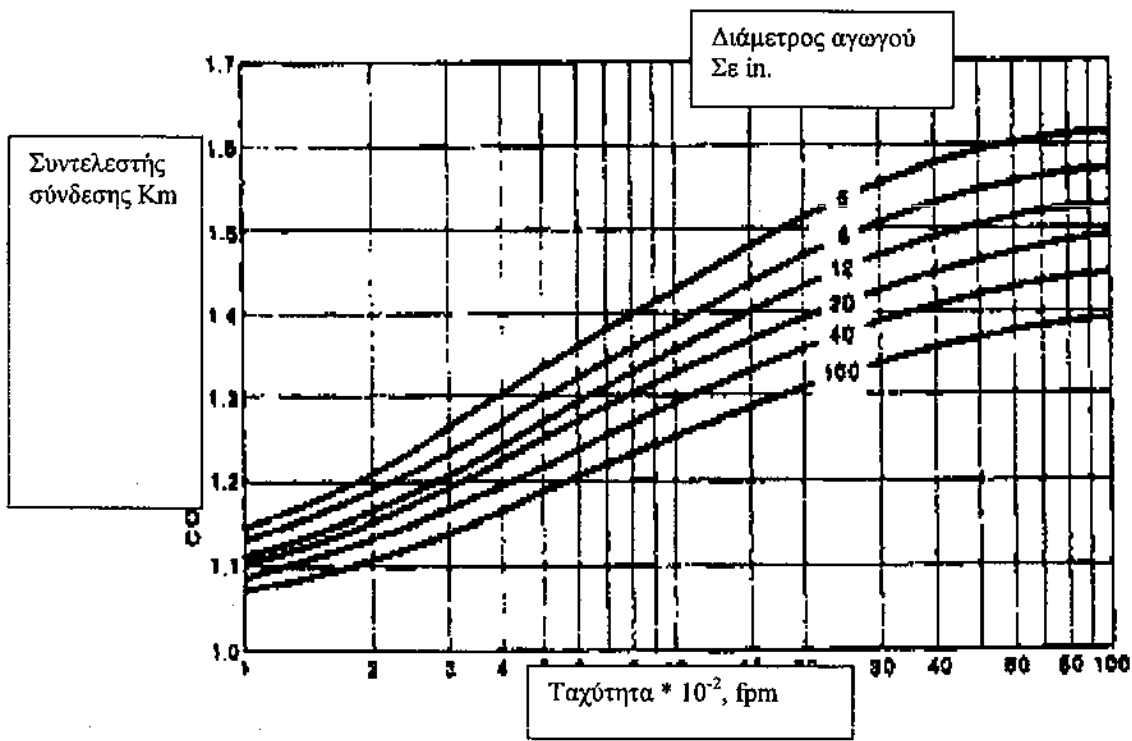
Πηγή : Ανατυπωμένος με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE,1989 Βασικές Αρχές
Κεφάλαιο 32, Πίνακας 2, Σελίδα 32.5.

Τα δεδομένα μπορεί να είναι λανθασμένα επειδή αυτές οι καταστάσεις είναι απρόβλεπτες. Η δυναμική απώλεια πίεσης υπολογίζεται από την πίεση ταχύτητας και από έναν συντελεστή. Οι περισσότεροι συντελεστές έχουν καθοριστεί πειραματικά και ένα μεγάλο ποσοστό της έρευνας έχει πάει σε αυτό το θέμα. Στο εγχειρίδιο ASHRAE

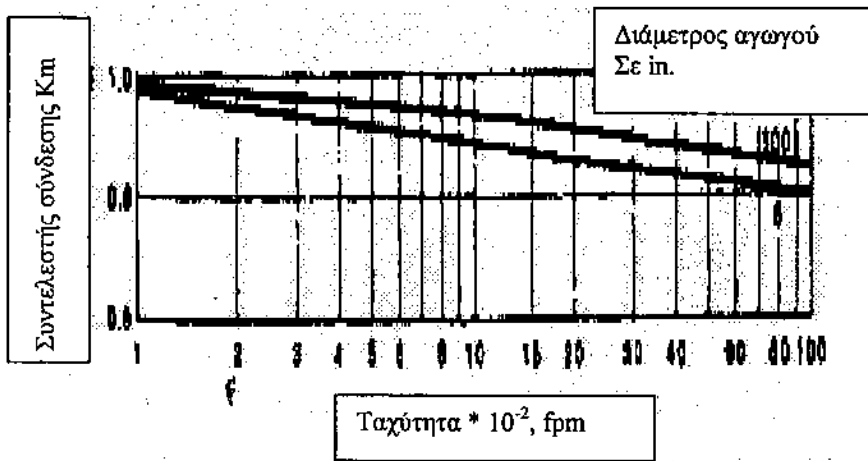
1989 Βασικές αρχές, το κεφάλαιο 32 περιέχει συντελεστές για πάνω από 100 είδη συναρμογής. Οι δυναμικές απώλειες θα είναι συνήθως ένα σημαντικό μέρος των συνολικών απωλειών πίεσης αγωγών.



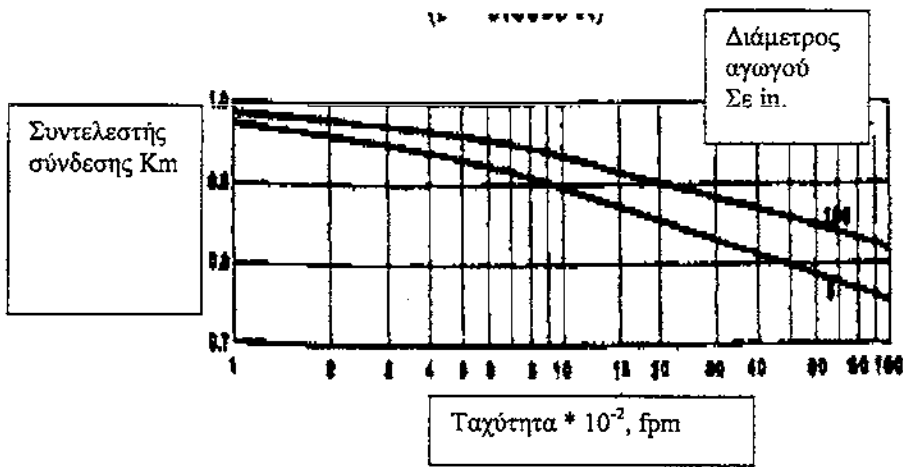
A. Κατηγορία τραχύτητας -Τραχύς ($\epsilon=0,01$ ft)



B. Κατηγορία τραχύτητας-Μέσης σκληρότητας (ε=0,003 ft)



C. Κατηγορία τραχύτητας-Μέσης απαλότητας (ε=0,0003 ft)
(ε=0,0003 ft)



Σχήμα 5.26 Παράγοντες διορθώσεων για την τραχύτητα αγωγών. (Ανατοπωμένος με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, Βασικές Αρχές 1985.)

Πίνακας 5.2 Κυκλικά ισοδύναμα των ορθογώνιων αγωγών για ίση τριβή και απόδοση

Μήκος	Μήκος της μίας πλευράς ενός ορθογωνικού αγωγού α, in																
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
3.0	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0
3.5	4.1	4.3	4.6	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.0	7.2	7.5	7.7
4.0	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.4	6.7	7.0	7.3	7.6	7.8	8.0	8.3
4.5	4.6	4.9	5.2	5.4	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.6	8.8
5.0	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.3	7.6	8.0	8.3	8.6	8.9	9.1	9.4
5.5	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.0	7.2	7.6	8.0	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9

Μήκος	Μήκος της μίας πλευράς ενός ορθογωνικού αγωγού α, in																			Μήκος	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28		30
6	6.6																				6
7	7.1	7.7																			7
8	7.6	8.2	8.7																		8
9	8.0	8.7	9.3	9.8																	9
10	8.4	9.1	9.8	10.4	10.9																10
11	8.8	9.5	10.2	10.9	11.5	12.0															11
12	9.1	9.9	10.7	11.3	12.0	12.6	13.1														12
13	9.5	10.3	11.1	11.8	12.4	13.1	13.7	14.2													13
14	9.8	10.7	11.5	12.2	12.9	13.5	14.2	14.7	15.3												14
15	10.1	11.0	11.8	12.6	13.3	14.0	14.6	15.3	15.8	16.4											15
16	10.4	11.3	12.2	13.0	13.7	14.4	15.1	15.7	16.4	16.9	17.5										16
17	10.7	11.6	12.5	13.4	14.1	14.9	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6									17
18	11.0	11.9	12.9	13.7	14.5	15.3	16.0	16.7	17.3	17.9	18.5	19.1	19.7								18
19	11.2	12.2	13.2	14.1	14.9	15.7	16.4	17.1	17.8	18.4	19.0	19.6	20.2	20.8							19
20	11.5	12.5	13.5	14.4	15.2	16.0	16.8	17.5	18.2	18.9	19.5	20.1	20.7	21.3	21.9						20
22	12.0	13.0	14.1	15.0	15.9	16.8	17.6	18.3	19.1	19.8	20.4	21.1	21.7	22.3	22.9	24.0					22
24	12.4	13.5	14.6	15.6	16.5	17.4	18.3	19.1	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.3	23.9	25.1	26.2				24
26	12.8	14.0	15.1	16.2	17.1	18.1	19.0	19.8	20.6	21.4	22.1	22.9	23.5	24.2	24.9	26.1	27.3	28.4			26
28	13.2	14.5	15.6	16.7	17.7	18.7	19.6	20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.4	25.1	25.8	27.1	28.3	29.5	30.6		28
30	13.6	14.9	16.1	17.2	18.3	19.3	20.2	21.1	22.0	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9	26.6	28.0	29.3	30.5	31.7	32.8	30

Πίνακας 5.2 Κυκλικά ισοδύναμα των ορθογώνιων αγωγών για ίση τριβή και απόδοση (Συνέχεια)

Μήκος	Μήκος της μίας πλευράς ενός ορθογωνικού αγωγού a , in																			Μήκος	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28		30
32	14.0	15.3	16.5	17.7	18.8	19.8	20.8	21.8	22.7	23.5	24.4	25.2	26.0	26.7	27.5	28.9	30.2	31.5	32.7	33.9	32
34	14.4	15.7	17.0	18.2	19.3	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.1	25.9	26.7	27.5	28.3	29.7	31.0	32.4	33.7	34.9	34
36	14.7	16.1	17.4	18.6	19.8	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.7	26.6	27.4	28.2	29.0	30.5	32.0	33.3	34.6	35.9	36
38	15.0	16.5	17.8	19.0	20.2	21.4	22.4	23.5	24.5	25.4	26.4	27.2	28.1	28.9	29.8	31.3	32.8	34.2	35.6	36.8	38
40	15.3	16.8	18.2	19.5	20.7	21.8	22.9	24.0	25.0	26.0	27.0	27.9	28.8	29.6	30.5	32.1	33.6	35.1	36.4	37.8	40
42	15.6	17.1	18.5	19.9	21.1	22.3	23.4	24.5	25.6	26.6	27.6	28.5	29.4	30.3	31.2	32.8	34.4	35.9	37.3	38.7	42
44	15.9	17.5	18.9	20.3	21.5	22.7	23.9	25.0	26.1	27.1	28.1	29.1	30.0	30.9	31.8	33.5	35.1	36.7	38.1	39.5	44
46	16.2	17.8	19.3	20.6	21.9	23.2	24.4	25.5	26.6	27.7	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	34.2	35.9	37.4	38.9	40.4	46
48	16.5	18.1	19.6	21.0	22.3	23.6	24.8	26.0	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.1	34.9	36.6	38.2	39.7	41.2	48
50	16.8	18.4	19.9	21.4	22.7	24.0	25.2	26.4	27.6	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8	33.7	35.5	37.2	38.9	40.5	42.0	50
52	17.1	18.7	20.2	21.7	23.1	24.4	25.7	26.9	28.0	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	36.2	37.9	39.6	41.2	42.8	52
54	17.3	19.0	20.6	22.0	23.5	24.8	26.1	27.3	28.5	29.7	30.8	31.8	32.9	33.9	34.9	36.8	38.6	40.3	41.9	43.5	54
56	17.6	19.3	20.9	22.4	23.8	25.2	26.5	27.7	28.9	30.1	31.2	32.3	33.4	34.4	35.4	37.4	39.2	41.0	42.7	44.3	56
58	17.8	19.5	21.2	22.7	24.2	25.5	26.9	28.2	29.4	30.6	31.7	32.8	33.9	35.0	36.0	38.0	39.8	41.6	43.3	45.0	58
60	18.1	19.8	21.5	23.0	24.5	25.9	27.3	28.6	29.8	31.0	32.2	33.3	34.4	35.5	36.5	38.5	40.4	42.3	44.0	45.7	60
62		20.1	21.7	23.3	24.8	26.3	27.6	28.9	30.2	31.5	32.6	33.8	34.9	36.0	37.1	39.1	41.0	42.9	44.7	46.4	62
64		20.3	22.0	23.6	25.1	26.6	28.0	29.3	30.6	31.9	33.1	34.3	35.4	36.5	37.6	39.6	41.6	43.5	45.3	47.1	64
66		20.6	22.3	23.9	25.5	26.9	28.4	29.7	31.0	32.3	33.5	34.7	35.9	37.0	38.1	40.2	42.2	44.1	46.0	47.7	66
68		20.8	22.6	24.2	25.8	27.3	28.7	30.1	31.4	32.7	33.9	35.2	36.3	37.5	38.6	40.7	42.8	44.7	46.6	48.4	68
70		21.1	22.8	24.5	26.1	27.6	29.1	30.4	31.8	33.1	34.4	35.6	36.8	37.9	39.1	41.2	43.3	45.3	47.2	49.0	70
72			23.1	24.8	26.4	27.9	29.4	30.8	32.2	33.5	34.8	36.0	37.2	38.4	39.5	41.7	43.8	45.8	47.8	49.6	72
74			23.3	25.1	26.7	28.2	29.7	31.2	32.5	33.9	35.2	36.4	37.7	38.8	40.0	42.2	44.4	46.4	48.4	50.3	74
76			23.6	25.3	27.0	28.5	30.0	31.5	32.9	34.3	35.6	36.8	38.1	39.3	40.5	42.7	44.9	47.0	48.9	50.9	76
78			23.8	25.6	27.3	28.8	30.4	31.8	33.3	34.6	36.0	37.2	38.5	39.7	40.9	43.2	45.4	47.5	49.5	51.4	78
80			24.1	25.8	27.5	29.1	30.7	32.2	33.6	35.0	36.3	37.6	38.9	40.2	41.4	43.7	45.9	48.0	50.1	52.0	80
82				26.1	27.8	29.4	31.0	32.5	34.0	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.8	44.1	46.4	48.5	50.6	52.6	82
84				26.4	28.1	29.7	31.3	32.8	34.3	35.7	37.1	38.4	39.7	41.0	42.2	44.6	46.9	49.0	51.1	53.2	84
86				26.6	28.3	30.0	31.6	33.1	34.6	36.1	37.4	38.8	40.1	41.4	42.6	45.0	47.3	49.6	51.7	53.7	86
88				26.9	28.6	30.3	31.9	33.4	34.9	36.4	37.8	39.2	40.5	41.8	43.1	45.5	47.8	50.0	52.2	54.3	88
90				27.1	28.9	30.6	32.2	33.8	35.3	36.7	38.2	39.5	40.9	42.2	43.5	45.9	48.3	50.5	52.7	54.8	90
92					29.1	30.8	32.5	34.1	35.6	37.1	39.5	39.9	41.3	42.6	43.9	46.4	48.7	51.0	53.2	55.3	92
96					29.6	31.4	33.0	34.7	36.2	37.7	39.2	40.6	42.0	43.3	44.7	47.2	49.6	52.0	54.2	56.4	96

5.3.5 Πυρκαγιά και έλεγχος καπνού

Επειδή ένα σύστημα αγωγών μπορεί να παρέχει μια πορεία για τη διάδοση του καπνού, τα καυτά αέρια, και η πυρκαγιά μέσα σε ένα κτήριο, η πυροπροστασία πρέπει να σχεδιαστεί στο σύστημα αγωγών. Στα περισσότερα κτήρια, αυτό σημαίνει τις διατάξεις απόσβεσης πυρκαγιάς ή/και καπνού σε όλα τα σημεία όπου ένας αγωγός διαπερνά ένα εμπόδιο τοίχων ή καπνού πυρκαγιάς, συν την εγκατάσταση των ανιχνευτών πυρκαγιάς ή καπνού στον αέρο-χειρισμό των μονάδων. Οι περισσότεροι κώδικες πυρασφάλειας απαιτούν τη συμμόρφωση με την εθνική ένωση πυροπροστασίας (NFPA) τυποποιημένο 90A. ⁵ Όταν ο καπνός ή η πυρκαγιά ανιχνεύεται, οι επηρεασθείσες διατάξεις απόσβεσης κλείνουν και οι ανεμιστήρες ανεφοδιασμού σταματούν. Εντούτοις, ένα 'συνηθισμένο' σύστημα HVAC δεν είναι ένα κατασκευασμένο σύστημα διαχείρισης καπνού, αν και ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για HVAC. Ένα κατασκευασμένο σύστημα διαχείρισης καπνού απαιτεί συνήθως ένα υψηλότερο ποσοστό ροών αέρος από ένα κανονικό σύστημα HVAC και του παρέχονται οι έλεγχοι και οι διατάξεις απόσβεσης για να εκκενώσει τον καπνό από τις ζώνες όπου παράγεται παρέχοντας μια θετική πίεση στις παρακείμενες ζώνες. Για τις λεπτομέρειες του σχεδίου αυτών των συστημάτων, δείτε την Παρ. 6.

Μια διάταξη απόσβεσης πυρκαγιάς σχεδιάζεται με είτε μια λεπίδα είτε μια εξελισσόμενη κουρτίνα που κατέχει ανοικτή μια εύτηκτη σύνδεση (Σχέδιο 5.27). Όταν η σύνδεση λειώνει, οι διατάξεις απόσβεσης κλείνουν αυτόματα. Η διάταξη απόσβεσης πρέπει να ανοιχτεί πάλι με το χέρι με την αντικατάσταση της σύνδεσης. Μια διάταξη απόσβεσης καπνού παραμένει ανοικτή με τη βοήθεια ενός μηχανικού χειριστηρίου που σταματά στην κλειστή θέση της διάταξης απόσβεσης. Ένας ανιχνευτής καπνού συνδέεται για να κλείσει μια ή περισσότερες διατάξεις απόσβεσης όταν ο καπνός είναι παρών. Όταν ο ανιχνευτής επαναρυθμίζεται, οι διατάξεις απόσβεσης θα ανοίξουν. Ο συνδυασμός διατάξεων απόσβεσης πυρκαγιάς και καπνού επίσης γίνονται (Σχέδιο 5.28). Οι περισσότεροι κώδικες κτηρίου απαιτούν ότι οι διατάξεις απόσβεσης πυρκαγιάς και καπνού εξετάζονται και εκτιμώνται από ένα εθνικά αναγνωρισμένο εργαστήριο όπως το Αμοιβαίο εργοστάσιο (FM) ή τα εργαστηριακά καταγεγραμμένα (UL). Οι διατάξεις απόσβεσης πυρκαγιάς εκτιμώνται για 1 -,2 -, ή την αντίσταση 3-h για να ταιριάζουν με το εμπόδιο στο οποίο εγκαθίστανται. Οι διατάξεις απόσβεσης καπνού εκτιμώνται για την υποβάθμιση και τη διαρροή θερμοκρασίας.

Οι πόρτες πρόσβασης στη δομή και τον αγωγό πρέπει να παρασχεθούν σε όλες τις διατάξεις απόσβεσης πυρκαγιάς και καπνού για να επιτρέψουν την αντικατάσταση των αποτυχημένων συνδέσμων.

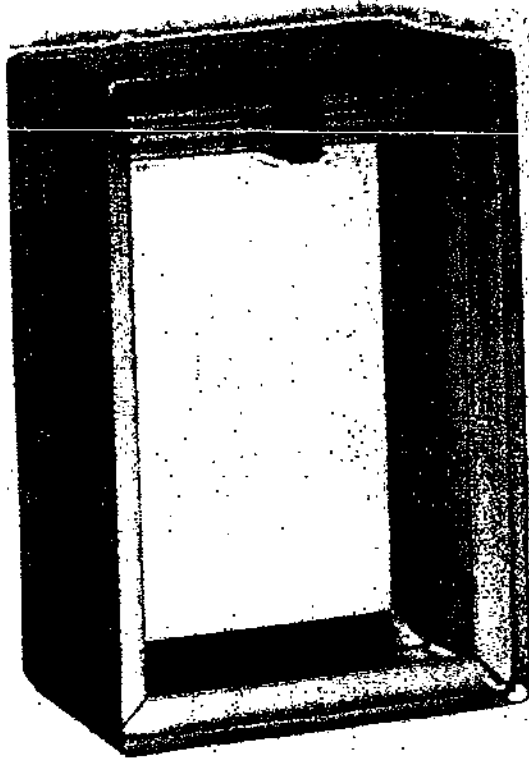
5.3.6 Μόνωση αγωγών

Οι περισσότεροι ενεργειακοί κώδικες, συμπεριλαμβανομένου του Πρότυπου ASHRAE 90A, ⁷ απαιτούν θερμική μόνωση των συστημάτων αγωγών, χώροι μεγάλης πίεσης και περικλειστούς χώρους με μερικές εξαιρέσεις. Με ή χωρίς μόνωση, θα υπάρξει απώλεια θερμότητας ή θα έχουμε κέρδη όπως στη ροή του αέρα μέσω του συστήματος και αυτό μπορεί να έχει σημαντικές αλλαγές στις ποσότητες του απαιτούμενου αέρα για τις ζώνες εντόπιση κάποια απόσταση κάτω από τον αγωγό. Η απώλεια ή το κέρδος μέσω του τοίχου ενός τμήματος αγωγών μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο :

$$\underline{Q} = \left[\frac{UPL}{12} \left(\frac{t_e + t_l}{2} \right) - t_a \right] \quad (5.10)$$

και η θερμοκρασία αναχώρησης μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο :

$$t_l = \frac{t_e(y-1) + 2t_a}{y+1} \quad (5.11)$$



$$y = \left(\frac{2.4AVd}{UPL} \right) \text{ ορθογωνικούς αγωγούς}$$

όπου y

$$y = \left(\frac{0.6DVd}{UL} \right) \text{ στρογγυλούς αγωγούς}$$

A = περιοχή διατομής του αγωγού σε in^2

V = μέσος όρος ταχύτητας σε ft/min .

D = διάμετρος του αγωγού σε in .

L = μήκος αγωγού σε ft

Q = θερμικό κέρδος ή απώλεια σε BTU/h

U = συντελεστής ολικής μεταφοράς θερμότητας του τοιχώματος του αγωγού σε $\text{Btu}/(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F})$

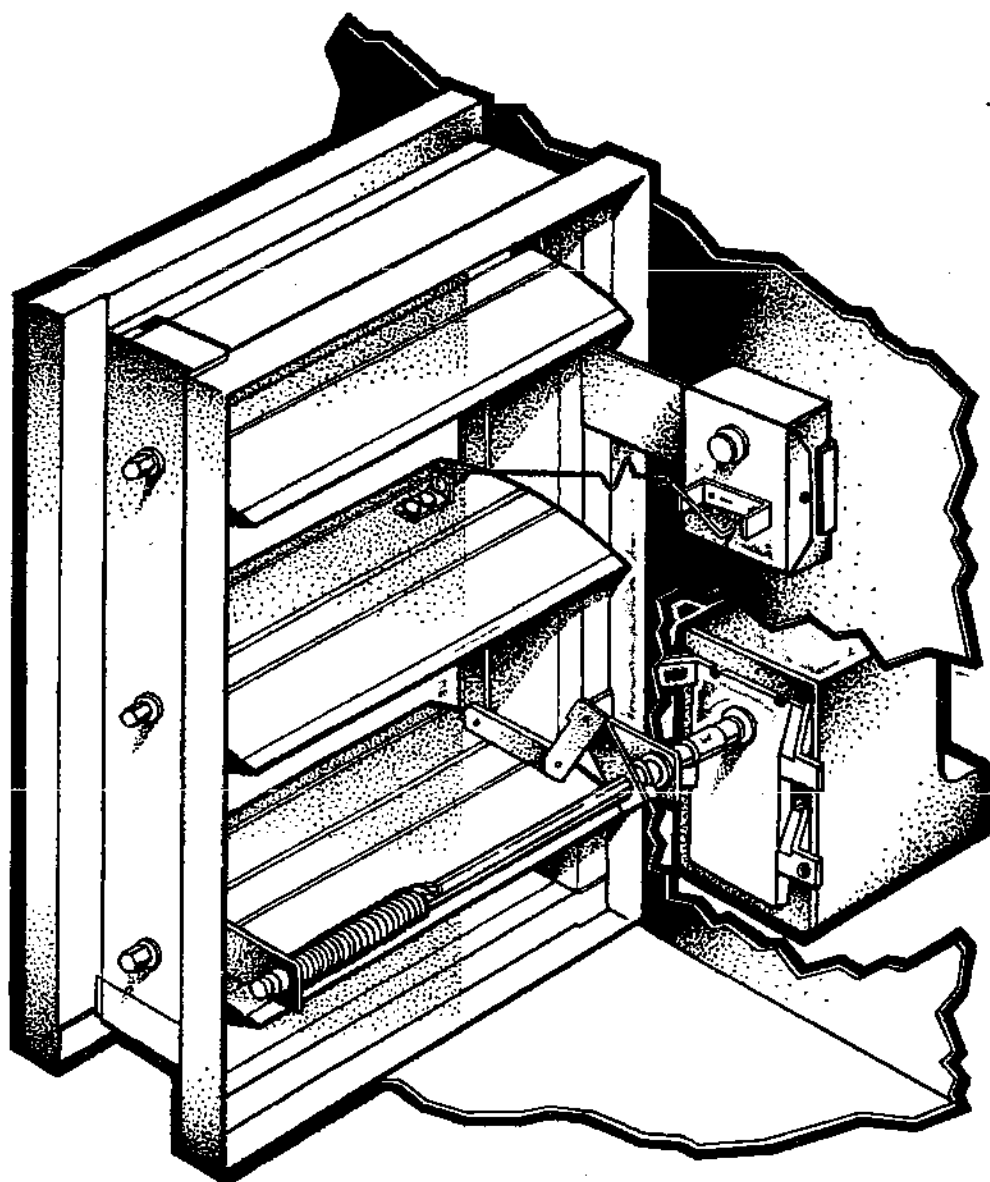
P = περίμετρος του αγωγού σε in .

d = πυκνότητα σε lb/ft^3 .

t_e = θερμοκρασία του αέρα που εισέρχεται σε τμήμα αγωγού

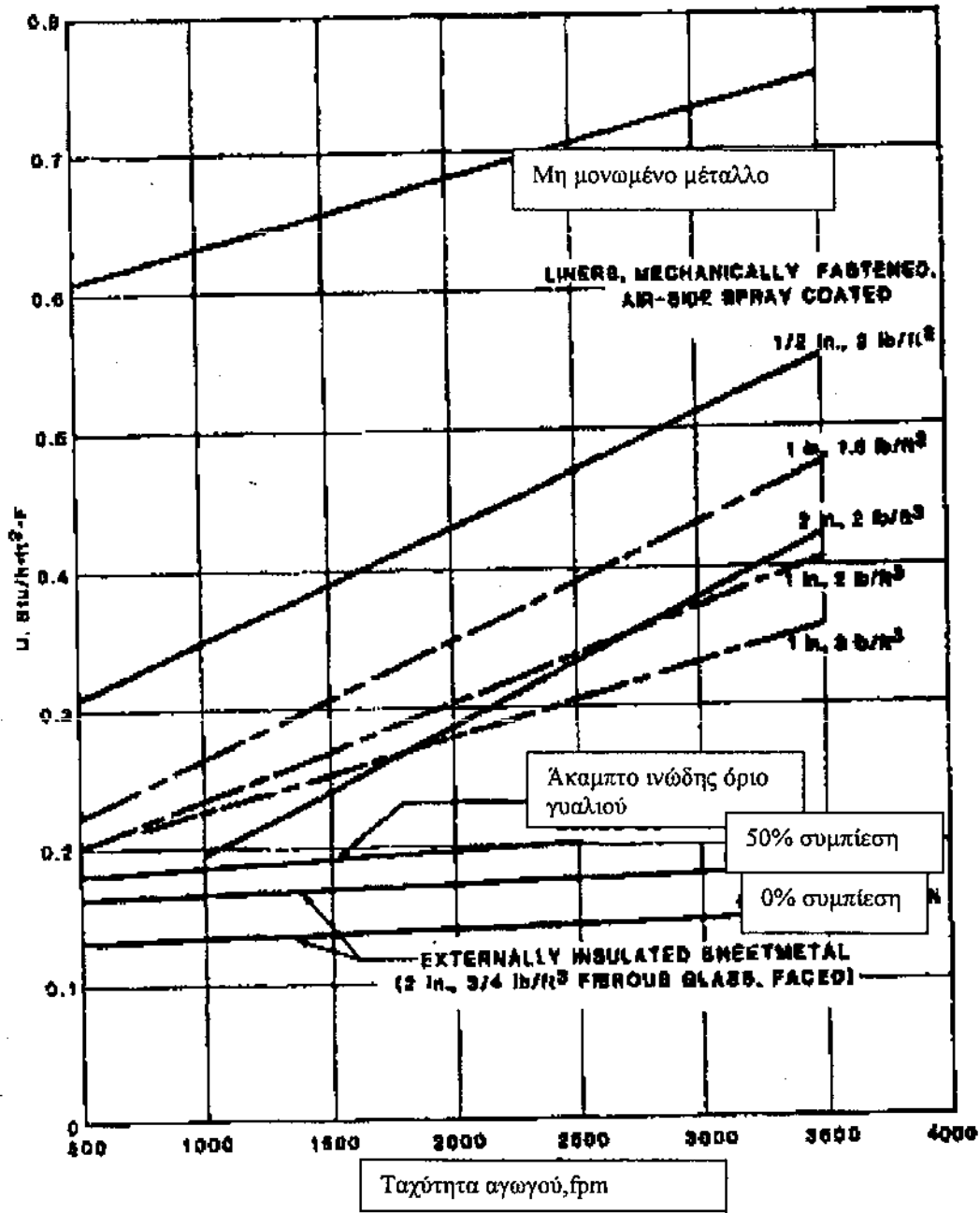
t_i = θερμοκρασία του αέρα που εξέρχεται από τμήμα αγωγού

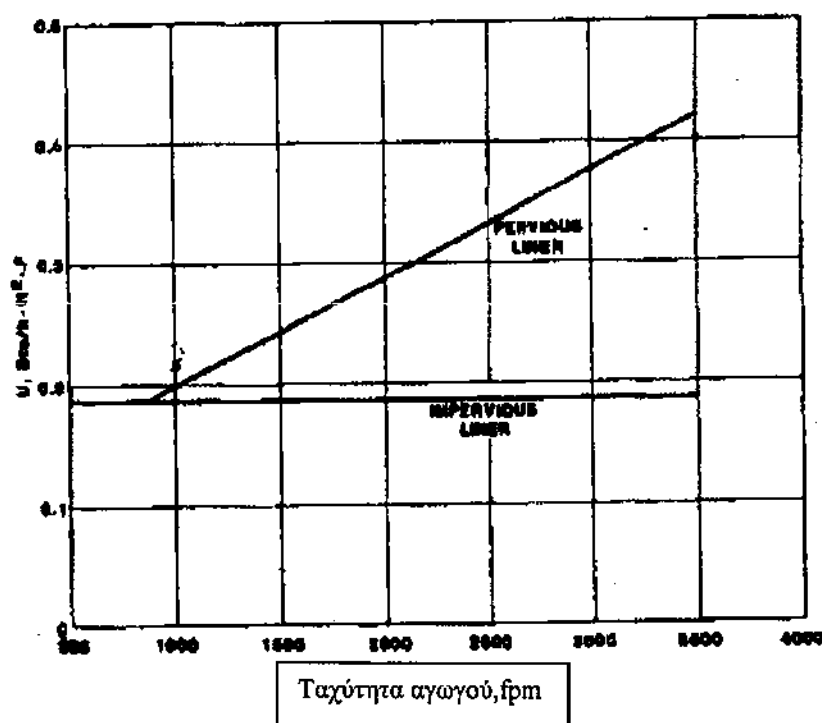
t_a = θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα στο τμήμα του αγωγού



Σχέδιο 5.28. Συνδυασμός διάταξης απόσβεσης φωτιάς και καπνού(Προσφορά του Ruskin Mfg.,D των Βιομηχανιών της Phillips,Ink)

Το Σχήμα 5.29 παρουσιάζει τους συντελεστές μεταφοράς θερμότητας για μονωμένους και μη μονωμένους αγωγούς. Σημειώστε ότι όταν χρησιμοποιείται η εσωτερική μόνωση, η εξωτερική διάσταση αγωγών πρέπει να αυξηθεί για να εξισορροπιστεί. Επίσης ο παράγοντας τραχύτητας για την εσωτερική επένδυση του αγωγού μπορεί να διαφέρει σημαντικά από τη "τυποποιημένη" τραχύτητα των 0,0005.





Σχέδιο 5.29. Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας αγωγού

5.3.7 Διαρροή συστημάτων αγωγών

Η διαρροή αέρα από το σύστημα αγωγών μπορεί να υποβιβάσει την απόδοση της θέρμανσης ή της ψύξης των συστημάτων και μπορεί να σπαταλήσει ενέργεια. Τα εγχειρίδια της SMACNA περιγράφουν τις μεθόδους ένωσης και σφράγισης που θα ελαχιστοποιήσουν τη διαρροή. Εάν αυτές υιοθετούνται, το σύστημα αγωγών δεν θα διαρρεύσει σημαντικά. Εντούτοις, εκτός αν κατάλληλα παρεχόμενοι στις προδιαγραφές και την εγκατάσταση, ψευδοροφές και πόρτες, η διοχέτευση με σωλήνες, η διάταξη απόσβεσης και οι διεισδύσεις συσκευών ελέγχου και πολλά στοιχεία εξοπλισμού μπορούν να συνεισφέρουν ένα μεγάλο ποσό διαρροής. Οποιαδήποτε διαρροή αέρα σημαίνει μια απώλεια ενέργειας - όχι μόνο δεν απαιτείται η θερμική ενέργεια για να θερμάνει ή να δροσίσει τον αέρα αλλά η εργασία ανεμιστήρων απαιτούνται για να κινήσουν τον αέρα.

5.3.8 Ταχύτητες αγωγών σχεδίου

Το Σχήμα 5.30 παρουσιάζει την αναλογία σχεδίου ταχύτητας και τριβής που προτείνονται στο Εγχειρίδιο ASHRAE. Η υψηλή ταχύτητα χρησιμοποιείται σπάνια στην τρέχουσα πρακτική λόγω της ποινικής ρήτρας που επιβάλλει στην ενέργεια λειτουργίας των ανεμιστήρων. Σε ένα χαρακτηριστικό σύστημα υψηλής ταχύτητας αέρα, η ετήσια ενέργεια που απαιτείται για να οδηγήσει τον ανεμιστήρα μερικές φορές θα υπερβεί την ετήσια θερμική ενέργεια που απαιτείται για τη θέρμανση και την ψύξη. Εκτός αν ο χώρος για τους αγωγούς είναι σοβαρά περιορισμένος, οι συστάσεις για χαμηλή-ταχύτητα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Σε αυτές τις ταχύτητες, ο θόρυβος του αέρα είναι σπάνια πρόβλημα, εκτός όπου υπάρχει η αναταραχή.

5.3.9 Ταξινόμηση αγωγών

Οι τρεις μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως για την ταξινόμηση των συστημάτων HVAC αγωγών είναι ίσης τριβής, μειωμένης ταχύτητας και στατικής επανάκτησης. Μια τέταρτη μέθοδος-σταθερής ταχύτητας - χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό των συστημάτων που μεταβιβάζουν τα σωματίδια.

Με τη μέθοδο ίσης-τριβής, οι αγωγοί είναι ταξινομημένοι για μια σταθερή απώλεια πίεσης ανά μονάδα μήκους του αγωγού.

Η μέθοδος μείωσης της ταχύτητας εφαρμόζεται με την επιλογή μιας αρχικής ταχύτητας στην αποφόρτιση των η ανεμιστήρων και έπειτα αυθαίρετα μειώνοντας την ταχύτητα σε κάθε σύνδεση (κλάδος). Ο αγωγός επιστροφής ταξινομείται κατά τρόπο παρόμοιο, με την αύξηση ταχυτήτων καθώς ο αγωγός πλησιάζει την αεροδιαχειριζόμενη μονάδα. Στην πράξη, αυτό μπορεί να παραγάγει αποτελέσματα παρόμοια με εκείνα που λαμβάνονται με τη μέθοδο ίσης-τριβής.

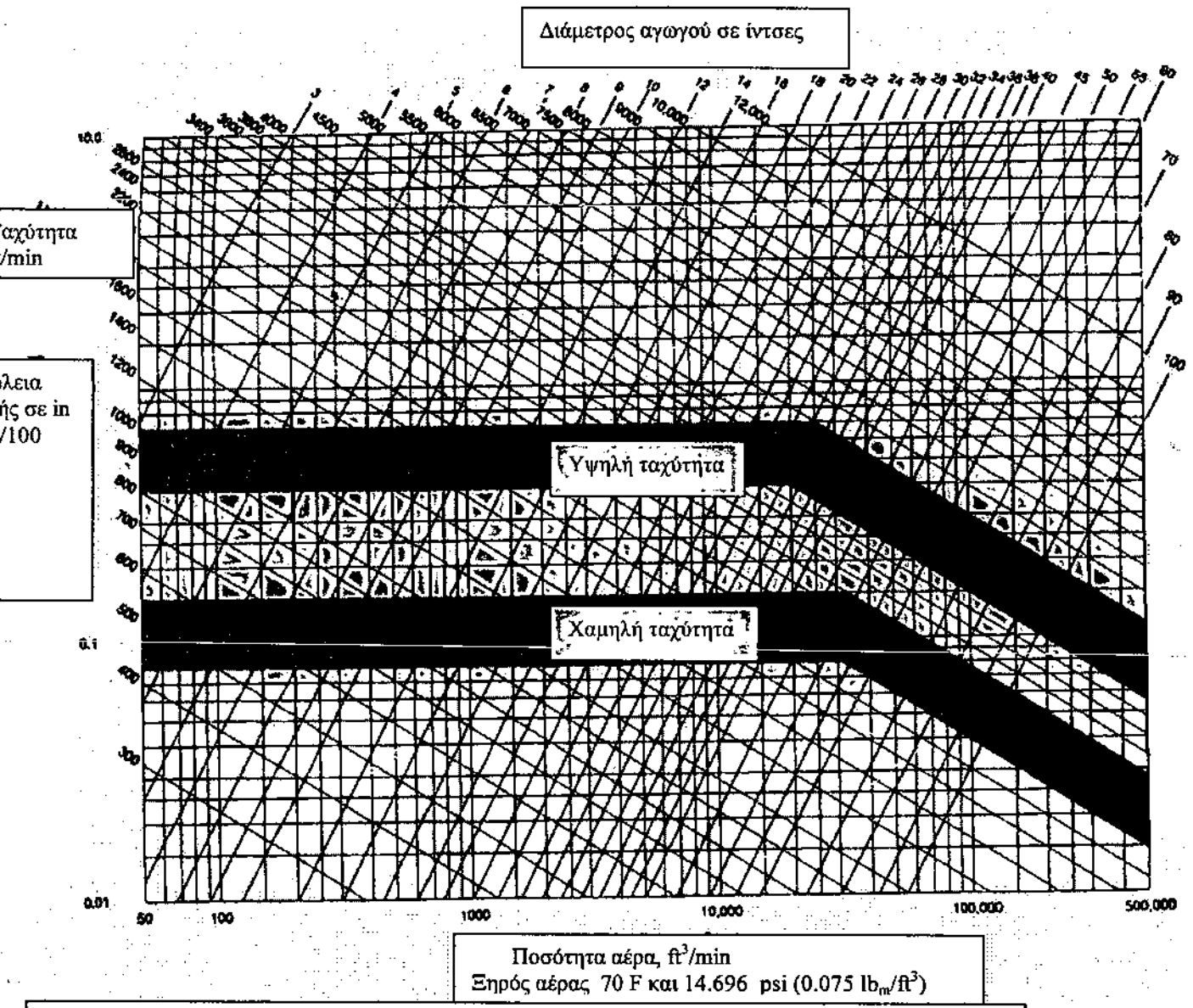
Η στατική μέθοδος επανάκτησης είναι βασισμένη στην ταξινόμηση του αγωγού έτσι ώστε η αύξηση της στατικής πίεσης (στατικής επανάκτησης) σε κάθε είσοδο να αντισταθμίζει την απώλεια πίεσης στο επακόλουθο τμήμα του αγωγού. Επειδή η στατική επανάκτηση επιτυγχάνεται με τη μείωση της ταχύτητας, αυτή η μέθοδος θα οδηγήσει σε μεγαλύτερους αγωγούς από τις άλλες μεθόδους. Κατάλληλα σχεδιασμένη, αυτή η μέθοδος θα οδηγήσει σε ίσες περίπου στατικές πιέσεις στις εισόδους όλων των κλάδων.

Και στις τρεις μεθόδους, το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί και να υπολογιστεί όπως περιγράφεται κατωτέρω. Επαναταξινομήστε τους αγωγούς για να επιτύχετε ανάλογα με τις ανάγκες μια κατά προσέγγιση ισορροπία σε κάθε σύνδεση. Ισορροπώντας τις διατάξεις απόσβεσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και είναι συχνά αναγκαίες, ο θόρυβος που παράγεται από τις διατάξεις απόσβεσης αυξάνεται με την αυξανόμενη μείωση της πίεσης.

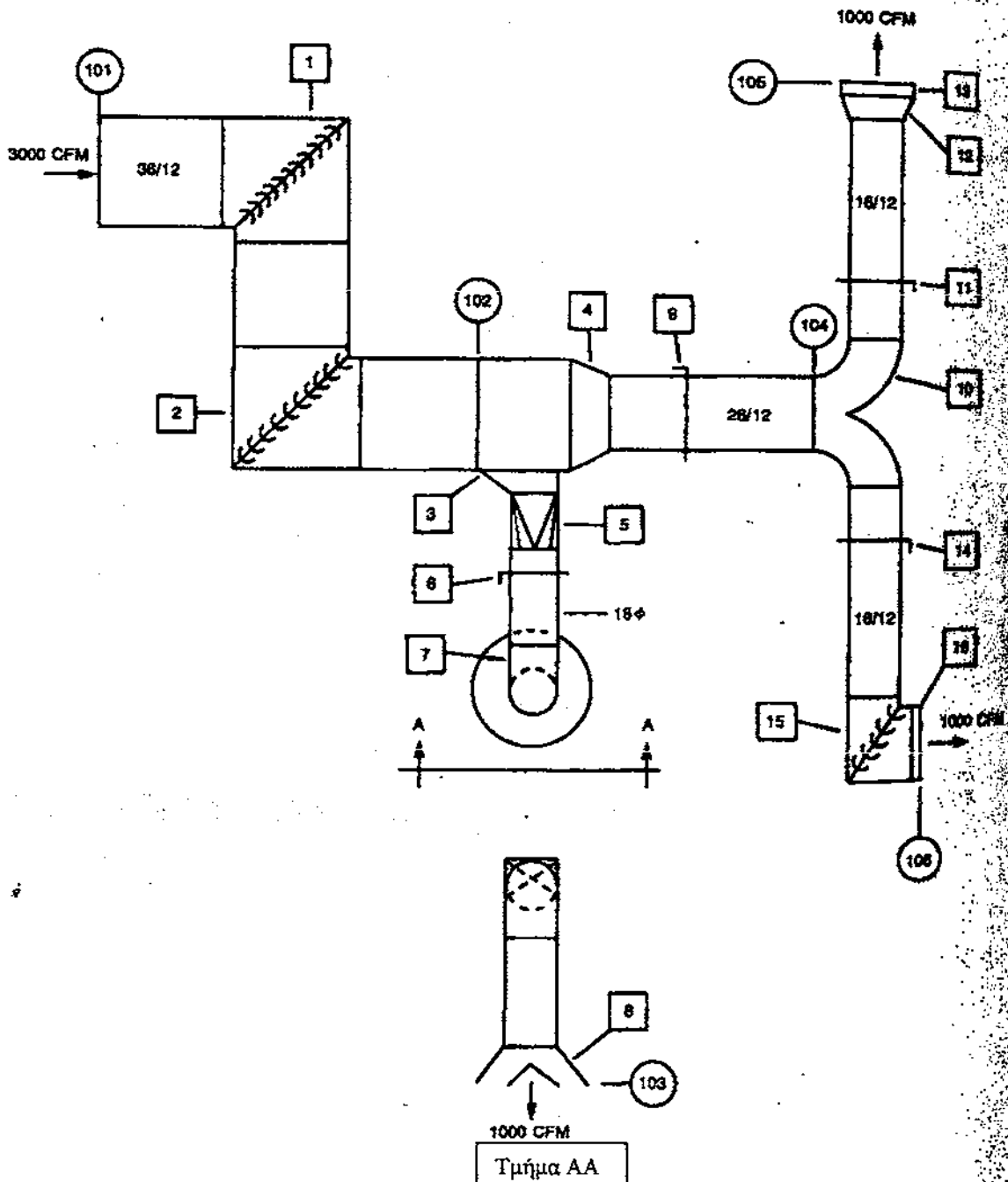
Ένα πολύ απλό παράδειγμα του σχεδίου και της ταξινόμησης αγωγών παρουσιάζεται στα Σχέδια 5.31 και 5.32 και στον Πινάκα 5.3. Το Σχέδιο 5.31 είναι ένα σχέδιο ενός μερικού συστήματος αγωγών. Οι κυκλωμένοι αριθμοί προσδιορίζουν τα κομβικά σημεία. Οι αριθμοί που εσωκλείονται στα τετράγωνα προσδιορίζουν τις συναρμολογήσεις, κάθε μια από τις οποίες πρέπει να υπολογιστεί χωριστά με τη χρησιμοποίηση των πινάκων από το Εγχειρίδιο ASHRAE.³ Τα στοιχεία για τους διαχύτες και τις σχάρες λαμβάνονται από τους καταλόγους των κατασκευαστών. Οι ταχύτητες των αγωγών και οι απώλειες μονάδων καθορίζονται από το διάγραμμα τριβής (Σχέδιο 5.25) (καμία διόρθωση τραχύτητας δεν χρησιμοποιείται). Ο Πίνακας 5.3 είναι μια ταξινόμηση σε πίνακα των απωλειών πίεσης για όλα τα εξαρτήματα του συστήματος. Η πίεση της ταχύτητας υπολογίζεται από την εξίσωση (5.9). Όταν οι απώλειες πίεσης υπολογιστούν, ένα σχεδιάγραμμα των κλίσεων πίεσης μπορεί να σχεδιαστεί, όπως στο Σχέδιο 5.32. Όπου υπάρχει ανισορροπία στη σύνδεση θα είναι απαραίτητο να ρυθμιστεί μια ισορροπημένη διάταξη απόσβεσης για να αντισταθμιστεί.

Όπως μπορεί να φανεί, ακόμη και ένα απλό σύστημα χρειάζεται τον ιδιαίτερο χρόνο να αναλυθεί και να υπολογιστεί. Τα προγράμματα των υπολογιστών είναι διαθέσιμα.

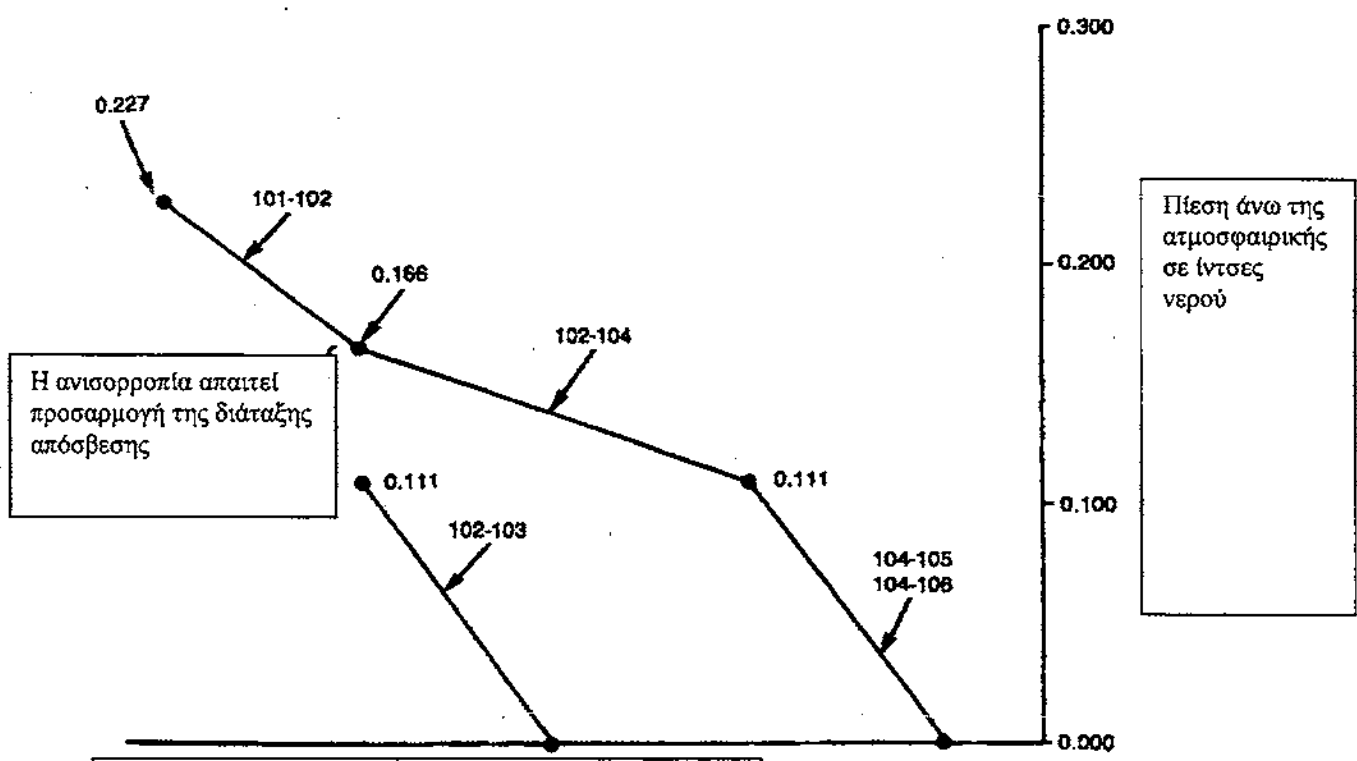
Κάθε σύστημα αγωγών πρέπει να σχεδιαστεί και να αναλυθεί προσεκτικά για να αποφευχθούν τα προβλήματα στην εγκατάσταση. Υπό τις χειρότερες συνθήκες, μπορεί να είναι αδύνατον να ισορροπηθεί το σύστημα, ή η κατάλληλη εξισορρόπηση μπορεί να δημιουργήσει θόρυβο. Σε εκείνο το σημείο μια μετατροπή θα απαιτήσει μεγαλύτερη δαπάνη από το κόστος της κατάλληλης μελέτης.



Σχέδιο 5.30. Σχεδιαστικά όρια προτεινόμενης ταχύτητας και αναλογία τριβής



Σχέδιο 5.31. Παράδειγμα ταξινόμησης αγωγού



Σχέδιο 5.32. Μεταβολή ταχύτητας για το σχέδιο 5.31

Πίνακας 5.3 Υπολογισμοί για το Σχέδιο 5-31

Τμήμα από / προς τον κόμβο	Αριθμός συναρμολογήσεων	Τύπος συναρμολογήσεων	Ροή αέρα, Ft ³ /min	Μέγεθος αγωγών	Ταχύτητα, Ft/min	Ταχύτητα πίεσης, In H ₂ O	C _o	Μήκος αγωγών, ft	Αγωγός DP/100 ft In H ₂ O	Συναρμολόγηση / αγωγό DP in H ₂ O	Τομέας DP In H ₂ O
101	1	Γωνία	3000	36/12	1180	0.087	0.15			0.013	
102	2	Γωνία	3000	36/12	1180	0.087	0.15			0.013	
		Αγωγός	3000	36/12	1180	0.087		40	0.087	0.035	0.061
102	3	Κλάδος	1000	16/12	830	0.043	0.32			0.014	
103	5	Μεταβ. τμήμα	1000	16/12-16	830	0.043	0.25			0.011	
	6	Διάταξη απόσβεσης	1000	16	740	0.034	0.20			0.007	
	7	Γωνία	1000	16	740	0.034	0.22			0.007	
	8	Διασκορπιστής	1000	16 λατιμός						0.061	
		Αγωγός	1000	16	740	0.034		20	0.053	0.011	0.111
102	3	Κύριος	3000/2000	36/12	1180	0.087	0.28			0.024	
104	4	Μεταβ. τμήμα	2000	36/26/12	1180/1050	0.069	0.05			0.003	
	9	Διάταξη απόσβεσης	2000	26/12	1050	0.069	0.04			0.003	
		Αγωγός	2000	26/12	1050	0.069		30	0.083	0.025	0.055
104	10	Κλάδος	2000/1000	26/16/12	1050/830	0.069	0.52			0.036	
105		Αγωγός	1000	16/12	830	0.043		20	0.070	0.014	
	11	Διάταξη απόσβεσης	1000	16/12	830	0.043	0.04			0.002	
	12	Μεταβ. τμήμα	1000	16/24/12	830/560	0.043	0.15			0.006	
	13	Κάγκελα	1000	24/12						0.053	0.111
104	10	Κλάδος	2000/1000	26/16/12	1050/830	0.069	0.52			0.036	
106		Αγωγός	1000	16/12	830	0.043		20	0.070	0.014	
	14	Διάταξη απόσβεσης	1000	16/12	830	0.043	0.04			0.002	
	15	Γωνία	1000	16/24/12	830/560	0.043	0.15			0.006	
	16	Σχάρα	1000	24/12						0.053	0.111

5.4 Διαχύτες, σχάρες και registers

Ένας διαχύτης είναι μια έξοδος μέσω της οποίας η παροχή αέρα περνά από το σύστημα αγωγών στο διάστημα που ρυθμίζεται. Μια σχάρα είναι μια κάλυψη για ένα άνοιγμα μέσω του οποίου περνά ο αέρας. Ένα register είναι μια σχάρα με μια διάταξη απόσβεσης για τον έλεγχο του όγκου. Ενώ αυτοί είναι οι τεχνικά σωστοί ορισμοί, συνήθως οι εξοδοί ανεφοδιασμού στους τοίχους και τα πατώματα αναφέρονται ως σχάρες ή σχάρες ελέγχου του όγκου και οι ανώτατες εξοδοί ως διαχύτες (αν και οι κατασκευαστές καταχωρούν επίσης πλευρικού τοίχου διαχύτες). Ένας διασκορπιστής μπορεί να έχει μια διάταξη απόσβεσης όγκου αλλά καλείται ακόμα διαχύτης. Οι είσοδοι επιστροφής αέρα καλούνται πάντα σχάρες ή registers.

5.4.1 Διάχυση αέρα

Το ρεύμα αέρος αφήνει μια έξοδο ανεφοδιασμού σαν ένα jet. Αυτό το jet αέρα δημιουργεί την κίνηση στον περιβάλλοντα αέρα λόγω της τριβής, η οποία προτρέπει μερικά από τον περιβάλλοντα αέρα να γίνουν μέρος του jet. Ως αποτέλεσμα αυτής της επαγωγής και της τριβής, το jet γίνεται μεγαλύτερο και πιο διάχυτο και επιβραδύνει, και τελικά χάνει όλη την αξιοπρόσεκτη μορφή και την ταχύτητα. Σε ένα ελεύθερο jet - ένα που δεν επηρεάζεται από τα διαγώνια σχέδια, τις παρακείμενες επιφάνειες, ή τις παρεμποδίσεις - αυτή η επίδραση είναι προβλέψιμη με έναν δίκαιο βαθμό ακρίβειας και εξαρτάται από την αρχική ταχύτητα, το μέγεθος, και τη θερμοκρασία. Η διαδρομή είναι η απόσταση που διανύει το ρεύμα του αέρα πριν η ταχύτητα μειωθεί σε κάποια καθορισμένη ταχύτητα, συνήθως 50,75, ή 100 ft/min'. Το κατώτατο όριο στο οποίο η μετακίνηση αέρα γίνεται αισθητή από τον άνθρωπο είναι περίπου 50 ft/min'. Η διαδρομή είναι η απόσταση που η χαμηλότερη άκρη του οριζόντιου jet πέφτει κάτω από την έξοδο στο τέλος της κάθε πτώσης. Η διάδοση είναι η απόκλιση του ρεύματος αέρος αφότου αφήνει την έξοδο. Το Σχήμα 5.33 παρουσιάζει αυτά τα αποτελέσματα για μια ιδανική περίπτωση, οι περισσότερες εφαρμογές HVAC δεν είναι ιδανικές.

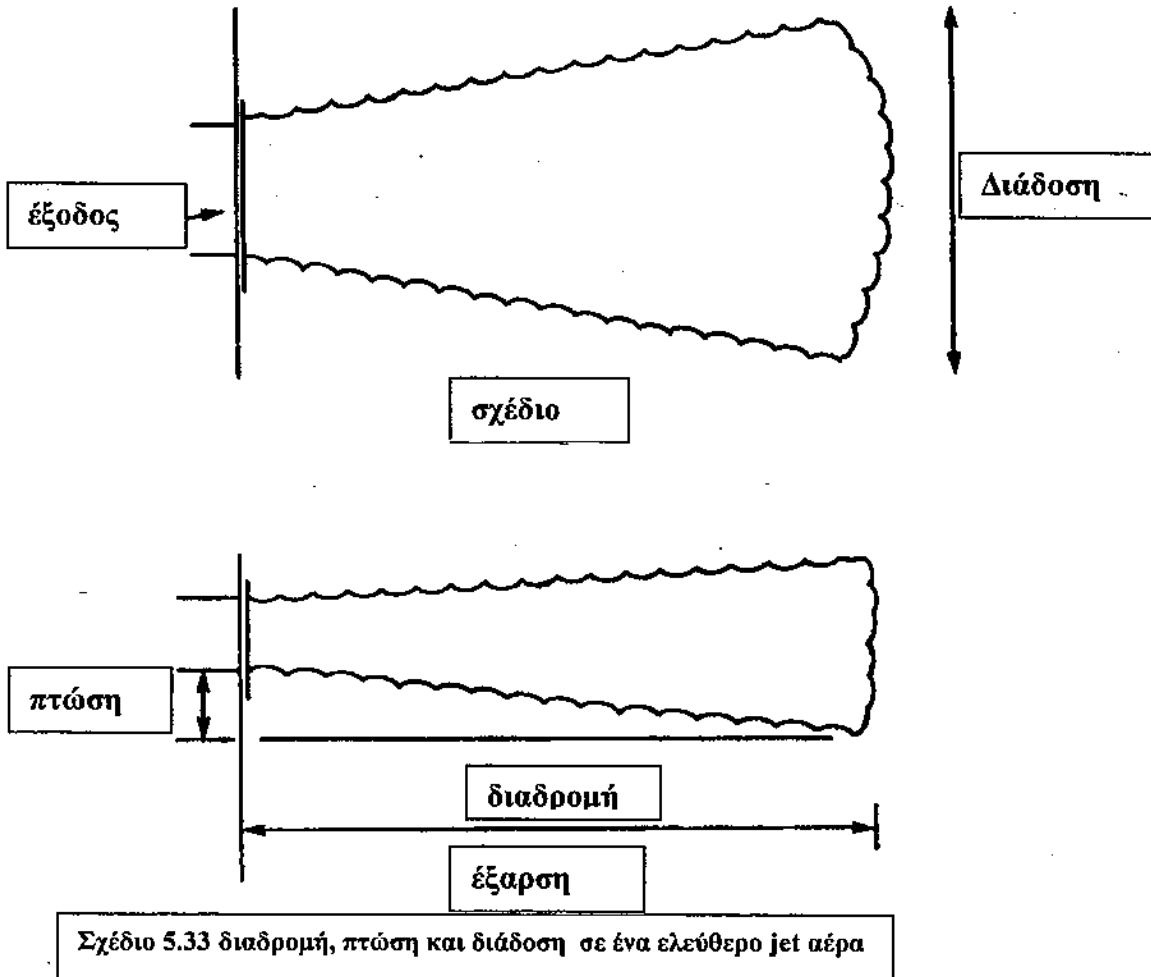
Η διαδρομή, η διάδοση και η πτώση επηρεάζονται από το σχέδιο εξόδου. Όλες οι σχάρες και οι διαχύτες έχουν ένα σταθερό ή διευθετήσιμο σχέδιο που ελέγχει την αρχική κατεύθυνση και που διαδίδει το ρεύμα αέρος. Οι ανώτατοι διαχύτες διαδίδουν τον αέρα έξω κατά μήκος του ανώτατου ορίου ή τον ρίχνουν προς τα κάτω σε ένα σφικτό jet, ή κάνουν κάτι ενδιάμεσα. Οι σχάρες μπορούν να είναι διάδοσης δύο κατευθύνσεων (ένα σχέδιο μόνο) ή τεσσάρων κατευθύνσεων (και τα δύο σχέδια). Η προσαρμογή για τις ευρείες διαδόσεις μειώνει τη διαδρομή.

Ο λόγος διάστασης (αναλογία του μήκους στο πλάτος) μιας εξόδου έχει επιπτώσεις επίσης στις ιδιότητες του jet. Η μικρότερη διάσταση τείνει να καθιερωθεί στη διαδρομή.

Όταν η έξοδος βρίσκεται στον τοίχο κοντά σε ένα πάτωμα ή μια οροφή (ή στην οροφή ή το πάτωμα κοντά σε έναν τοίχο), το jet τείνει να περικλείσει την παρακείμενη επιφάνεια. Τα κρύα ρεύματα της παροχής του αέρα τείνουν να πέσουν λόγω της υψηλότερης πυκνότητας του αέρα, ενώ τα κρύα ρεύματα αέρος είναι επιπλέοντα και τείνουν να αυξηθούν. Κατά συνέπεια, ο θερμός αέρας πρέπει να παρέχεται ελεγχόμενα οριζόντιος από τις χαμηλές εξόδους των πλευρικών τοίχων, και ο κρύος αέρας από τις υψηλές εξόδους του πλευρικού τοίχου ή τους ανώτατους διαχύτες που ρυθμίζονται για να απαλλάξουν τον αέρα οριζόντια. Ένας από τους πιο ικανοποιητικούς συμβιβασμούς, όπου η θερμοκρασία παροχής του αέρα ποικίλλει εποχιακά, είναι μια έξοδος πατωμάτων κοντά στον εξωτερικό τοίχο. Οι παρεμβάσεις, όπως οι ακτίνες, στήλες, και ελαφριά κουφώματα, μπορούν να υποβιβάσουν το σχέδιο διανομής του αέρα.

5.4.2 Επιλογή των διαχυτών

Οι σημαντικότερες εκτιμήσεις στην επιλογή διαχυτών ή/και σχαρών είναι (1) η κίνηση αέρα στο κατειλημμένο επίπεδο, (2) κλίση θερμοκρασίας αέρα στο

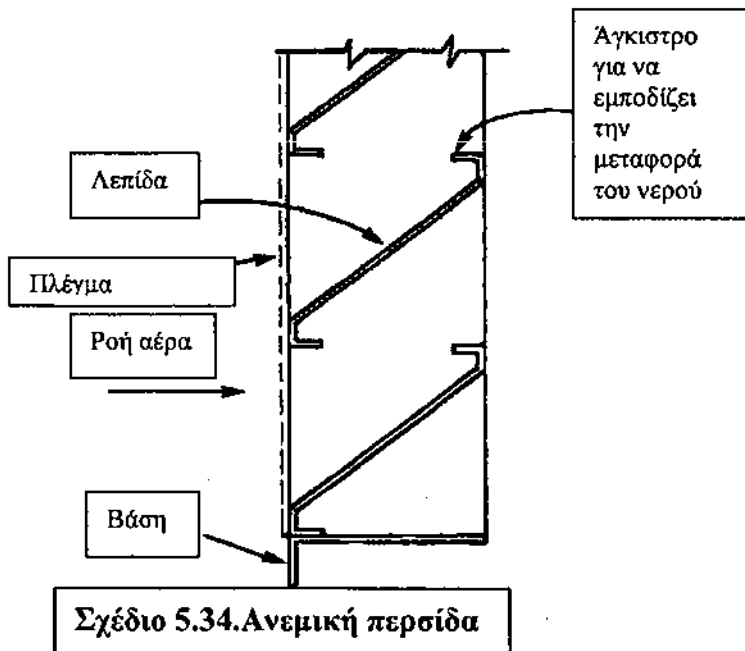


διάστημα (στρωματοποίηση), (3) θόρυβος, και (4) πτώση πίεσης. Οι κατάλογοι των κατασκευαστών παρέχουν πληροφορίες για τη διαδρομή, τη πτώση, το επίπεδο θορύβου, και τη πτώση πίεσης για μια προδιαγραφή ποσοστού ροών αέρος και ποικιλία μεγεθών και τύπων εξόδων. Το πιο κοινό λάθος στην εγκατάσταση διαχυτών περιλαμβάνει τη θέση και τη διαδρομή έτσι ώστε το ρεύμα αέρα αναγκάζεται να πάει κάτω από έναν τοίχο στην κατειλημμένη ζώνη ενώ ακόμα σε μια υψηλή ταχύτητα με συνέπεια τις ρευματοειδείς και ασταθής συνθήκες. Επίσης αποφύγετε τις σχάρες τοπικής επιστροφής έτσι ώστε ο αέρας 'βραχυκυκλώματα' να αποθηκεύεται στην επιστροφή αντί της διάχυσης μέσω του χώρου. Τα επίπεδα θορύβου πρέπει πάντα να είναι κατάλληλα για τη χρήση του διαστήματος (βλ. το κεφ. 20). Πολλοί κατασκευαστές και το Εγχειρίδιο ASHRAE⁸ παρέχουν πιο λεπτομερείς συζητήσεις της θεωρίας διανομής του αέρα.

5.5 Περσίδες

Οι περσίδες είναι ένας τύπος σχάρας που καλύπτει ένα άνοιγμα που

χρησιμοποιείται για τον αέρα εισαγωγής ή μεταφοράς. Μια σημαντική εφαρμογή είναι ότι οι περσίδες κακών καιρικών συνθηκών, που χρησιμοποιούνται στον



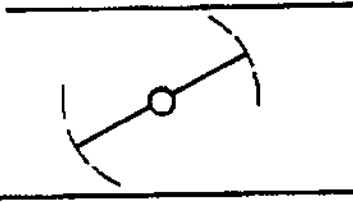
εξωτερικό τοίχο από ένα κτήριο για τον αέρα εισαγωγής ή εξαγωγής. Αυτή η συσκευή έχει σχεδιαστεί για να κρατήσει έξω τη βροχή, κ.λπ., επιτρέποντας τον αέρα να περάσει κατευθείαν (Σχέδιο 5.34).

Μέσα σε ένα κτήριο η αντίσταση του ανέμου δεν απαιτείται αλλά όπου χρησιμοποιείται η περσίδα για τη μεταφορά αέρα μέσω των πορτών ή των τοίχων, οι λεπίδες των περσίδων πρέπει να ρυθμιστούν για να είναι ορατές. Οι εξωτερικές περσίδες επιλέγονται συνήθως για μια ταχύτητα προσώπου από 500 έως 700 ft/min., ενώ οι περσίδες μεταφοράς και οι σχάρες επιλέγονται για μια χαμηλή πτώση πίεσης, συνήθως με συνέπεια σε μια ταχύτητα προσώπου 200 έως 300 ft/min.

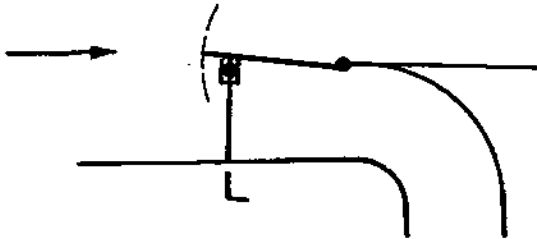
5.6 Διατάξεις απόσβεσης

Μια διάταξη απόσβεσης είναι μια ρυθμιζόμενη απόφραξη σε έναν αγωγό που χρησιμοποιείται για να ελέγξει ή να ισορροπήσει τη ροή του αέρα. Τα είδη των διατάξεων απόσβεσης που χρησιμοποιούνται στην εργασία HVAC περιλαμβάνουν την πεταλούδα, των πολλαπλών αντιτασσόμενων - λεπίδων και παράλληλων-λεπίδων, τον θραύστη, την πύλη ή τη φωτογραφική διαφάνεια, και το παραθυρόφυλλο. Τα κριτήρια για την υγρότερη επιλογή περιλαμβάνουν τη διαρροή όταν τα κλειστά, τα χαρακτηριστικά ελέγχου και το κόστος. Οι διατάξεις απόσβεσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν με το χέρι ή με τη βοήθεια των χειριστών μηχανών και μπορούν να είναι πνευματικές, υδραυλικές, ηλεκτρικές, ή ηλεκτρονικές.

Οι διατάξεις απόσβεσης πεταλούδων (το σχέδιο 5.35) είναι συσκευές μονού ελάσματος, που περιστρέφονται γύρω από έναν κεντρικό άξονα, για έναν στρογγυλό ή ορθογώνιο αγωγό. Στην ποιότητα και το κόστος, κυμαίνονται από κατάστημα-κατασκευασμένο από ένα κομμάτι μετάλλου φύλλων - με ένα υψηλό ποσοστό διαρροής όταν - σε μια κατασκευασμένη διάταξη απόσβεσης και ένα πλαίσιο με ουσιαστικά καμία διαρροή όταν είναι κλειστό. Η προηγούμενη κατηγορία υπερσχύει επειδή αυτός ο τύπος διάταξης απόσβεσης χρησιμοποιείται συνήθως για την εξισορρόπηση όταν δεν απαιτείται σφιχτή βαλβίδα σταματήματος. Διατάξεις απόσβεσης θραυστών (Σχέδιο 5.36) χρησιμοποιούνται για την εξισορρόπηση στις συνδέσεις Y αλλά δεν συστήνονται. Οι διατάξεις απόσβεσης πεταλούδων προτιμούνται σε κάθε κλάδο. Οι διατάξεις απόσβεσης θραυστών κατασκευάζονται ως τμήματα της συναρμολόγησης.

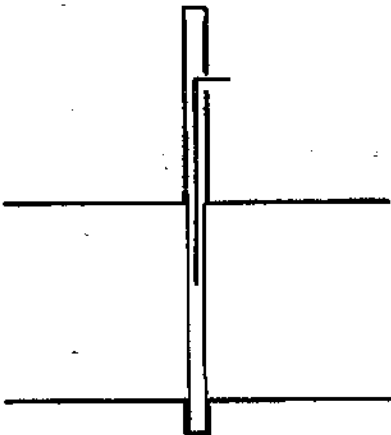


Σχέδιο 5.35. Διάταξη απόσβεσης πεταλούδας

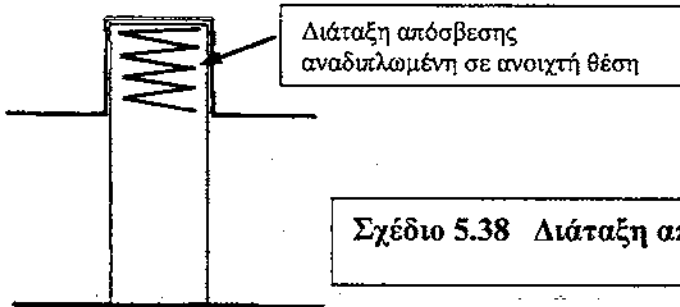


Σχέδιο 5.36. Διάταξη απόσβεσης θραύσης

Διατάξεις απόσβεσης πυλών ελέγχου ροής ή διολίσθησης (Σχέδιο 5.37) χρησιμοποιούνται πρώτιστα γιατί η σφιχτή βαλβίδα σταματήματος συμμετέχει στο χειρισμό συστημάτων της εξάτμισης. Όταν ανοίγει, η διάταξη απόσβεσης είναι εντελώς έξω από το ρεύμα του αέρα ενώ όταν η διάταξη απόσβεσης κλείνει, υπάρχει πολύ λίγη διαρροή. Διατάξεις απόσβεσης παραθυρόφυλλων (Σχέδιο 5.38) χρησιμοποιούνται συνήθως για έλεγχο καπνού και πυρκαγιάς. Το πλεονέκτημα αυτού του σχεδίου είναι ότι δεν υπάρχει καμία παρεμπόδιση στη ροή του αέρα στην ανοιχτή θέση.

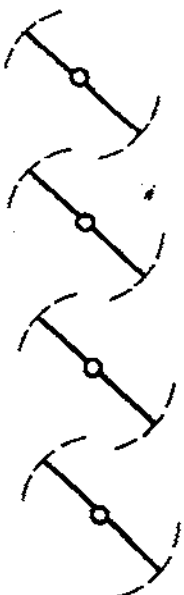


Σχέδιο 5.37 Διάταξη απόσβεσης πορτών

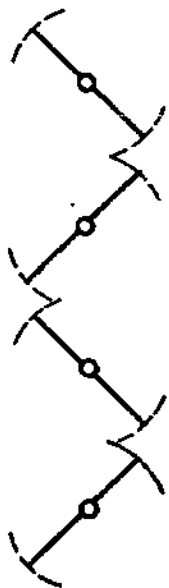


Σχέδιο 5.38 Διάταξη απόσβεσης με κινητές γρίλιες

Μια πολλαπλών λεπίδων διάταξη απόσβεσης αποτελείται από διάφορες διατάξεις απόσβεσης πεταλούδων που διατάσσονται δίπλα-δίπλα, για να εργαστούν παράλληλα. Οι πολλαπλών λεπίδων διατάξεις απόσβεσης χρησιμοποιούνται μερικές φορές για τη χειρωνακτική εξισορρόπηση, αλλά συχνότερα χρησιμοποιούνται για τον αυτόματο έλεγχο της ροής του αέρα σε δύο θέσεις. Οι διατάξεις απόσβεσης παράλληλων λεπίδων (Σχέδιο 5.39) τοποθετούνται έτσι ώστε όλες οι λεπίδες να γυρίζουν ταυτόχρονα στην ίδια κατεύθυνση. Οι αντιταγμένες διατάξεις απόσβεσης λεπίδων (Σχέδιο 5.40) τοποθετούνται έτσι ώστε οι παρακείμενες λεπίδες να γυρίζουν σε αντίθετες κατευθύνσεις. Οι διαφορετικές ρυθμίσεις οδηγούν στα διαφορετικά χαρακτηριστικά του ελέγχου καθώς οι διατάξεις απόσβεσης διαμορφώνουν, όπως μπορούν να φανούν στα σχέδια. Στην ημίκλειστη θέση, η διάταξη της απόσβεσης των παράλληλων λεπίδων έχει ακόμα ένα αρκετά μεγάλο άνοιγμα για τη ροή, αν και όλος ο αέρας κατευθύνεται προς τη μια πλευρά. Η διάταξη απόσβεσης αντιτασσόμενων λεπίδων έχει ένα καλύτερο χαρακτηριστικό στραγγαλισμού, και ο αέρας διανέμεται ομοιόμορφα. Για μια ανάλυση των χαρακτηριστικών ελέγχου των δύο υγρότερων τύπων, (δείτε στη Παρ.8.3.3.2). Η διάταξη απόσβεσης αντιτασσόμενων λεπίδων προτιμάται για τη



Σχέδιο 5.39. Παράλληλων λεπίδων διάταξη απόσβεσης



Σχέδιο 5.40. Αντιτασσώμενων λεπίδων διάταξη απόσβεσης

διαμόρφωση ελέγχου, αλλά η διάταξη απόσβεσης παράλληλων λεπίδων χρησιμοποιείται για τον δύο θέσεων έλεγχο επειδή είναι λιγότερο δαπανηρός. Αυτές οι διατάξεις απόσβεσης είναι διαθέσιμες με τις τυποποιημένες (σχετικά υψηλές) ή χαμηλές εκτιμήσεις κλίμακας διαρροών.

Επίσης γίνονται και ειδικές διατάξεις απόσβεσης αλλά γενικά περιέρχονται σε μια από τις ανωτέρω κατηγορίες. Οι χειριστές διάταξης απόσβεσης είναι συνήθως μοχλοβραχίονες με κάποια εισφορά της ένδειξης της διάταξης απόσβεσης. Στις πολύ μεγάλες διατάξεις απόσβεσης, χρησιμοποιούνται χειριστές εργαλείων. Οι αυτόματοι χειριστές περιλαμβάνουν (1) αεροκίνητες 'μηχανές', έμβολα και συστήματα χρησιμοποιώντας χαμηλής πίεσεως αέρα (18 έως 25 lb/in²) (2) υδραυλικά έμβολα που χρησιμοποιούν υψηλό αέρα (100 lb/in² ή περισσότερο) ή κάποιο άλλο υδραυλικό ρευστό (3) ηλεκτρικές μηχανές δύο-θέσεων και (4) ηλεκτρονικές μηχανές. Οι πιο συνηθισμένες είναι οι πνευματικές, οι απλούστερες και πιο χαμηλού κόστους και οι ηλεκτρικές.

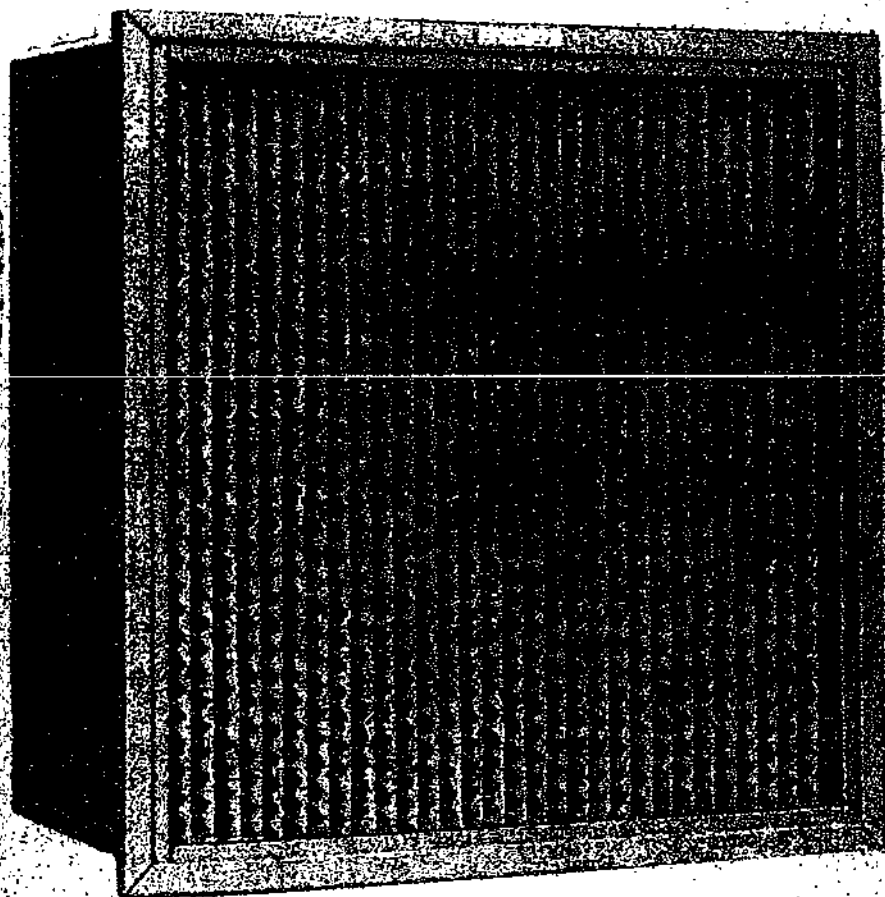
5. 7 Φίλτρα

Ένα φίλτρο είναι μια συσκευή για τους μολυσματικούς παράγοντες από ένα ρευστό ρεύμα στο HVAC, σύστημα αέρα. Ενώ τα περισσότερα φίλτρα σχεδιάζονται για να αφαιρέσουν τη σκόνη, μερικά φίλτρα αφαιρούν τους αεριώδεις μολυσματικούς παράγοντες. Τα φίλτρα εξετάζονται και βαθμολογούνται κάτω από τα πρότυπα ASHRAE.⁹

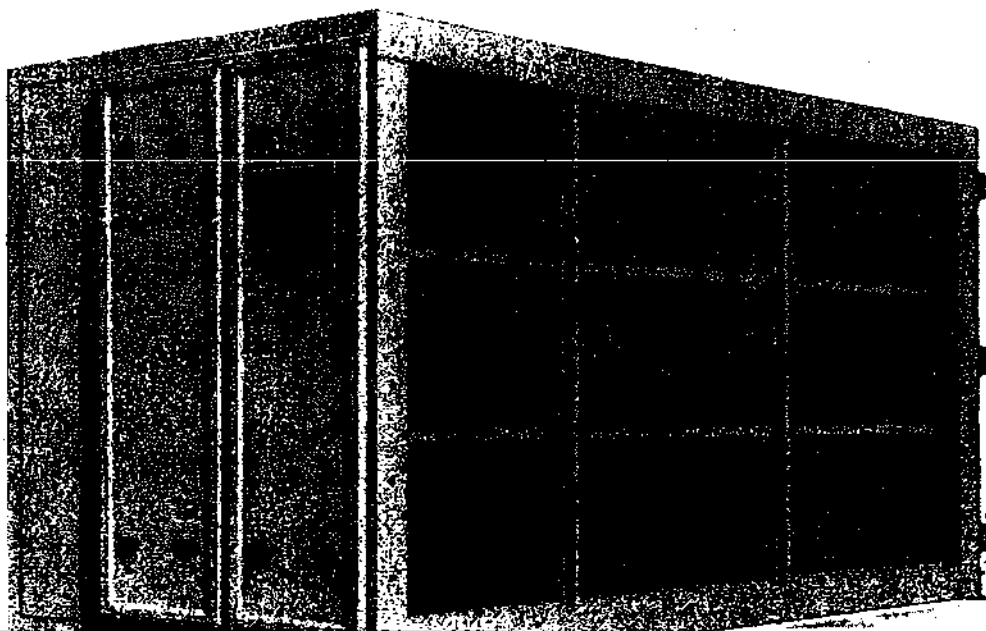
Τα μοριακά φίλτρα αφαίρεσης είναι ταξινομημένα κάτω από τρία πρότυπα : κατακράτησης βάρους , εντοπισμού σκόνης, και καπνός (DOP). Τα φίλτρα κατακράτησης βάρους εκτιμούνται βάσει της άρσης μιας μερίδας ενός τυποποιημένου δείγματος σκόνης που μετριέται από το βάρος. Αυτό φυσικά, δίνει την έμφαση στην αφαίρεση των μεγάλων μορίων και των μη αμελητέων ποσών λεπτής σκόνης που παίρνουν από αυτό τον τύπο φίλτρον, το οποίο χρησιμοποιείται πρώτιστα σε κατοικίες και ελαφριά εμπορικές εφαρμογές. Οι

περισσότεροι τύποι 'ριπτόμενων' και 'αναγεννόμενων' φίλτρων είναι σε αυτήν την κατηγορία. Αυτοί καλούνται επίσης φίλτρα πρώτης επεξεργασίας όταν χρησιμοποιούνται μπροστά από άλλους τύπους.

Τα φίλτρα εντοπισμού σκόνης (Σχέδιο 5.41) εξετάζονται και βαθμολογούνται εισάγοντας ένα τυποποιημένο δείγμα της 'ατμοσφαιρικής' σκόνης πάνω από το φίλτρο. Κάτω από το φίλτρο, ένα λεπτό φίλτρο εγκαθίσταται και μετά από ένα ποσό σκόνης έχει εισαχθεί στο σύστημα, το φίλτρο εξετάζεται για μια μείωση στην ελαφριά μετάδοση λόγω της σκόνης που δεν αφαιρέθηκε από το φίλτρο δοκιμής. Αυτήν την περίοδο, πολλές προδιαγραφές απαιτούν τα φίλτρα με τις αποδοτικότητες σημείων σκόνης από 40 έως 50 %, οι οποίες προσφέρουν έναν υψηλό βαθμό καθαρότητας. Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα (Σχέδιο 5.42) περιλαμβάνουν λεπτά καλώδια με μια υψηλής τάσεως δαπάνη που εγκαθίσταται στο ρεύμα του αέρα.



Σχέδιο 5.41 Φίλτρα εντοπισμού σκόνης.
(προσφορά των Αμερικανικών φίλτρων αέρος.)



Σχέδιο 5.42 Ηλεκτροστατικό φίλτρο
(Προσφορά των Αμερικανικών φίλτρων αέρα)

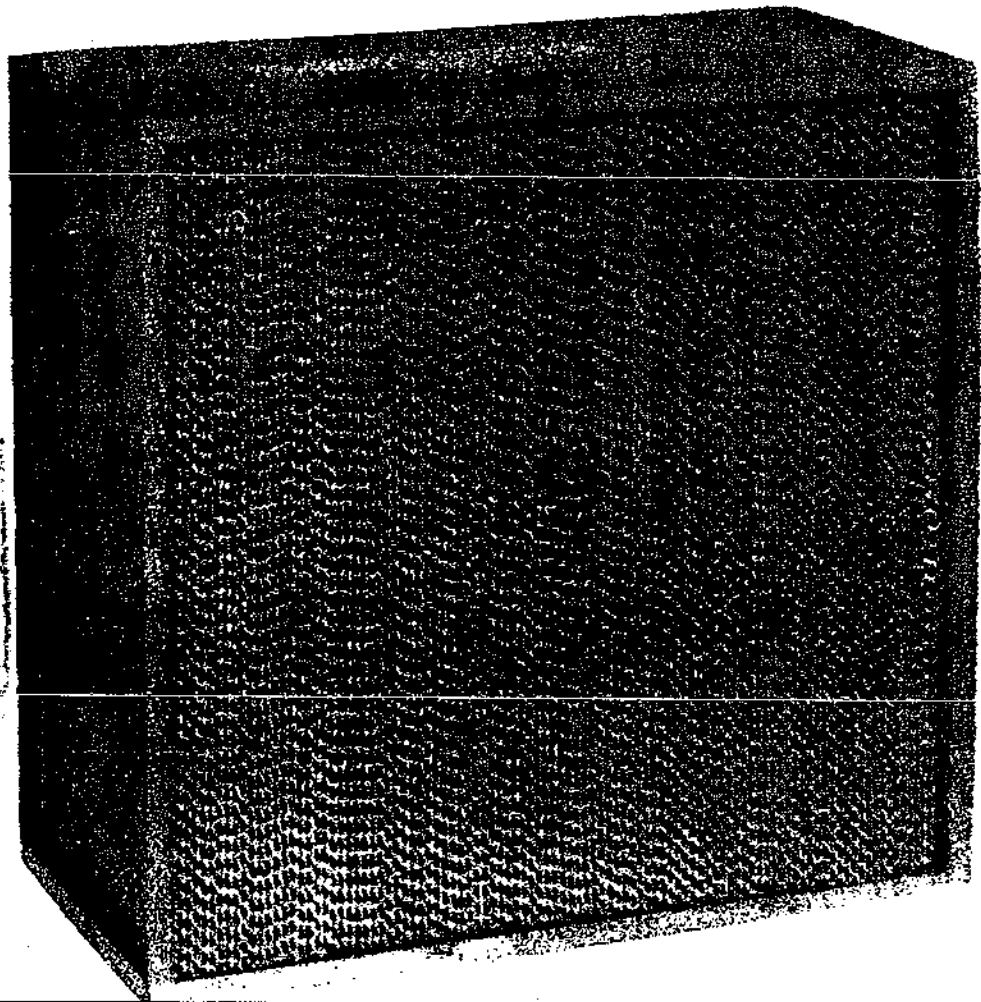
Αυτό μεταδίδει μία στατική δαπάνη στα μόρια της σκόνης που προσελκύνονται έπειτα στα αντίρροπα-ελάσματα. Οι αποδοτικότητες εντοπισμού σκόνης 70 - 80 % ή υψηλότερες μπορούν να ληφθούν, τα φίλτρα πρέπει να πλυθούν με το κατάλληλο απορρυπαντικό.

Τα φίλτρα αξιολογήθηκαν κάτω από τη δοκιμή DOP (Σχέδιο 5.43) που χρησιμοποιείται για τη 'απόλυτη' διήθηση όπου πάνω από 99 % των μορίων σκόνης άνω των 0,3 μm αφαιρούνται, χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία, τα εργαστήρια.

Οι Πίνακες 5.4, 5.5 και 5.6 συγκρίνουν διάφορα υλικά φίλτρων. Για να έχουμε τις καλύτερες αποδόσεις, τα φίλτρα πρέπει να εγκατασταθούν κατάλληλα στα πλαίσια για να ελαχιστοποιήσουμε τις διαρροές. Για καλύτερες αποδόσεις, όλες οι ενώσεις είναι φλατζαρισμένες.

Η πτώση πίεσης ενός φίλτρου συσχετίζεται πολύ με την αποδοτικότητά του - υψηλότερες αποδοτικότητες απαιτούν υψηλότερες πτώσεις πίεσης, με μια επακόλουθη ποινική ρήτρα στην υποδύναμη. Δεδομένου ότι το φίλτρο κατακρατεί ρύπους, η πτώση της αποδοτικότητας και της πίεσης αυξάνεται. (Όσο το φίλτρο λερώνεται περισσότερο, οι προστιθέμενοι ρύποι βοηθούν στην αύξηση της αποδοτικότητας των φίλτρων ενώ συγχρόνως αυξάνεται η αντίσταση στη ροή του αέρα.) Σε κάθε φίλτρο πρέπει να παρασχεθεί ένας καλός δείκτης πτώσης - πίεσης για να υπενθυμίσει στον υπεύθυνο να καθαρίσει ή να αλλάξει τα φίλτρα. Οι χαρακτηριστικές διακυμάνσεις πίεσης είναι οι ακόλουθες : κατακράτησης βάρους, από 0,15 έως 0,40 μέσα σε 500 ft/min, εντοπισμού σκόνης από 0,25 έως 1,0 μέσα σε 500 ft/min και DOP από 1,0 έως 2,0 μέσα σε 250 ft/min.

Για την αφαίρεση των αεριοδών μολυσματικών παραγόντων και των μυρωδιών, χρησιμοποιούνται φίλτρα που περιέχουν απορροφητικά φρακτικά υλικά. Ο πιο κοινός είναι ο ενεργοποιημένος άνθρακας. Ένα άλλο αποτελεσματικό υλικό είναι η ενεργοποιημένη αλουμίνα που ενεργοποιείται με το υπερμαγγανικό κάλιο.



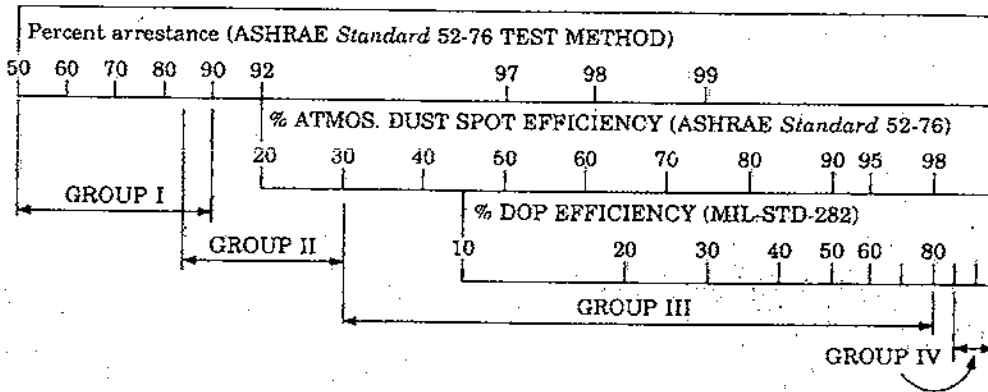
Σχέδιο 5.43 Φίλτρα DOP (Προσφορά από τα φίλτρα Cambridge) Corp

Επίσης χρησιμοποιούνται καθαριστικοί 'τρίφτες'. Για την αφαίρεση λιπών (στις κουκούλες κουζινών κ.λπ.), χρησιμοποιούνται τα αναγεννώμενα μεταλλικά μέσα φίλτρων. Τα φίλτρα μολυσματικών παραγόντων πρέπει να καθαριστούν ή να ξεφορτωθούν κατάλληλα σύμφωνα με τους κανονισμούς τοξικών αποβλήτων.

5.8 Διανομή αέρα με τα υψηλά ποσοστά ροής

Έχει διαπιστωθεί ότι ποσοστά ροής του αέρα παραπάνω από $3 \text{ ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$ απαιτούν ειδική προσοχή στο σχέδιο του συστήματος διανομής του αέρα. Οι χώροι ειδικής υγιεινής και τα δωμάτια κεντρικών υπολογιστών απαιτούν χαρακτηριστικά 8 έως $10 \text{ ft}^3/(\text{min} \cdot \text{ft}^2)$, και αυτά τα ποσοστά της ροής του αέρα δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με τα συμβατικά μέσα. Ένα χαρακτηριστικό δωμάτιο εγκατάστασης υπολογιστών περιγράφεται στο Κεφάλαιο 11.3.3.

Πίνακας 5.4 Συγκριτική απόδοση της διάδοσης του ιξώδους και ξηρού τύπου φίλτρα



Ομάδα I

Φίλτρα τύπου panel από γυαλί, με ανοιχτούς κυτταρικούς αφρούς, με ανεπτυγμένη επιφάνεια μετάλλου και διαφραγμάτων, συνθετικά προϊόντα, υφαντικό ντενιέ υφασμένο ή όχι, ή από ζωική τρίχα.

Ομάδα II

Πτυχωμένα φίλτρα τύπου panel από λεπτά μη συνθετικά υφαντικά ντενιέ και συνθετικά μίγματα ινών, ή από όλες τις φυσικές ίνες.

Ομάδα III

Στηριζόμενη επεκταμένη επιφάνεια και μη υποστηριγμένα φίλτρα από λεπτές ίνες γυαλιού, ή υγρά τοποθετημένα φύλλα από γυαλί κυτταρίνης ή από όλες τις γυάλινες ίνες.

Ομάδα IV

Επεκταμένη περιοχή πτυχωμένων φίλτρων τύπου HEPA από εξαιρετικές υγρές ίνες γυαλιού. Τα βιολογικά φίλτρα αέρα έχουν γενικά αποδοτικότητα DOP 95%. Τα φίλτρα HEPA έχουν 99,97 και 99,99% και τα φίλτρα ULPA έχουν 99,999%.

Σημειώσεις:

1. Οι αριθμοί δεν έχουν καμία σημασία εκτός από τη χρήση τους σε αυτόν το σχέδιο.
2. Ο συσχετισμός μεταξύ των μεθόδων δοκιμής που παρουσιάζονται, είναι προσεγγίσεις για τη γενική καθοδήγηση μόνο.

ΠΗΓΗ : Επανατυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1992 HVAC Συστήματα και Εξοπλισμός, Κεφάλαιο 25, Σελίδα 25.7

Σε χώρους που απαιτείται καλή υγιεινή, το υψηλό ποσοστό ροής του αέρα προκαλείται από την ανάγκη να διατηρηθεί ένα επίπεδο καθαρότητας και όχι από τα υψηλά κέρδη θερμότητας μία ΔT από 5 έως 10°F είναι χαρακτηριστική. Συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος της ελασματικής ροής της διανομής, είτε οριζόντια είτε κατακόρυφα. Στην κάθετη ρύθμιση, οι περισσότερες οροφές, εκτός από τα φώτα, χρησιμοποιούνται για τη ροή του αέρα, με τα φίλτρα DOP όπως οι διασκορπιστές (Σχέδιο 5.44). Η επιστροφή του αέρα γίνεται στη γραμμή των πατωμάτων. Κατόπιν η ταχύτητα της ροής του αέρα γίνεται ομοιόμορφη και χαμηλή πέρα από το δωμάτιο. Οι ταχύτητες εξόδου των διασκορπιστών θα είναι 30 έως 40 ft/min.

Για την οριζόντια ελασματική ροή, ένας ολόκληρος πλευρικός τοίχος χρησιμοποιείται για τον ανεφοδιασμό και του απέναντι τοίχου για την επιστροφή. Πάλι, οι ταχύτητες εξόδου θα είναι χαμηλές, συνήθως λιγότερο από 50 ft/min, το οποίο είναι το επίπεδο κατώτατων ορίων για την ανθρώπινη αντίληψη. Επειδή μία χαμηλή ΔT απαιτείται στο δωμάτιο, μια χωριστή αέρο-χειροκίνητη μονάδα για τη θερμοκρασία και τον έλεγχο της υγρασίας παρέχεται μερικές φορές (Σχέδιο 5.45). Χωριστοί ανεμιστήρας και φίλτρο χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του αέρα στα δωμάτια.

Πίνακας 5.5 Απόδοση των μέσων ξηρών φίλτρων

Μέσα φίλτρων	ASHRAE Κατακράτηση βάρους, %	ASHRAE Ατμοσφαιρική απόδοση σημείου σκόνης, %	MIL-STD 282 DOP Απόδοση, %	ASHRAE Ικανότητα συγκράτησης σκόνης, g/(1000ft ³ /min) ανά κελί
Λεπτότεροι ανοιχτοί αφροί κυττάρων	70 - 80	15 - 30	0	180 - 425
Λεπτά, σαν χαρτί χαλιά από γυάλινες ίνες, κυτταρίνης	80 - 90	20 - 35	0	90 - 180
Χαλιά από γυάλινες ίνες, πολλαπλασιασμένα με κυτταρίνη και αισθητό μαλλί	85 - 90	25 - 40	5 - 10	90 - 180
Χαλιά 5 - 10 μm ίνες, με πάχος από ¼ - ½ in (6 - 12 mm)	90 - 95	40 - 60	15 - 25	270 - 540
Χαλιά 3 - 5 μm ίνες, με πάχος από ¼ - ½ in (6 - 20 mm)	> 95	60 - 80	35 - 40	180 - 450
Χαλιά 1 - 4 μm ίνες, μαζί με άλλες ίνες και αμιάντο	> 95	80 - 90	50 - 55	180 - 360
Χαλιά 0.5 - 2 μm ίνες, (συνήθως ίνες γυαλιού)	NA	90 - 98	75 - 90	90 - 270
Ξηρά χαρτιά από ίνες κυρίως γυαλιού και αμιάντου < 1 - μm διάμετρος (φίλτρα HEPA)	NA	NA	95 - 99.999	500 - 1000
Φίλτρα μεμβράνης (μεμβράνες από κυτταρίνη οξικού άλατος, νάιλον και τρύπες διαμέτρου 1 μm ή μικρότερες)	NA	NA	~ 100	NA

NA : Δείχνει ότι η δοκιμαστική μέθοδος δεν μπορεί να μας δώσει αποτελέσματα σε αυτό το επίπεδο των φίλτρων.

ΠΗΓΗ : Ανατυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1983 Εξοπλισμός, Κεφάλαιο 10, Πίνακας 2, Σελίδα 10.7

Πίνακας 5.6 Απόδοση των μέσων ανανεώσιμων φίλτρων

Περιγραφή	Τύπος μέσων	ASHRAE Κατακράτηση βάρους, %	ASHRAE Ατμοσφαιρική απόδοση σημείου σκόνης, %	ASHRAE Ικανότητα συγκράτησης σκόνης, g/ft ²	Ταχύτητα Ft/min
20 - 40 μm γυαλί και συνθετικές ίνες με 2 - 2.5 in πάχος	Ιξώδες	70 - 82	10 - 25	56 - 186	492
Μόνιμα μεταλλικά μέσα κελιά ή επικαλυμμένα στοιχεία	Ιξώδες	70 - 80	15 - 20	NA ()	492
Χονδρό ύφασμα ½ - 1 in πάχος	Ξηρό	60 - 80	10 - 20	14 - 70	492
Λεπτό ύφασμα ½ - 1 in πάχος	Ξηρό	80 - 90	20 - 30	0.9 - 51	197

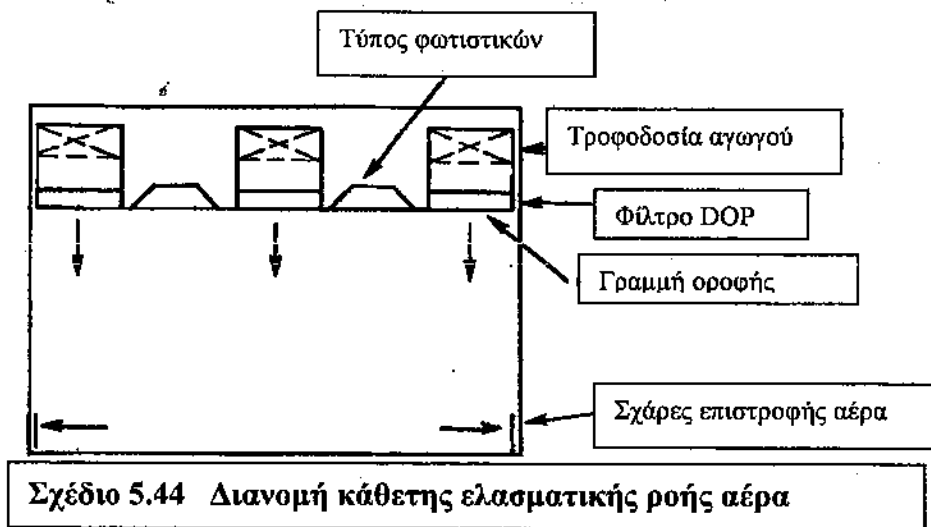
ΠΗΓΗ : Ανατυπωμένο με άδεια από το Εγχειρίδιο ASHRAE, 1988 Εξοπλισμός.

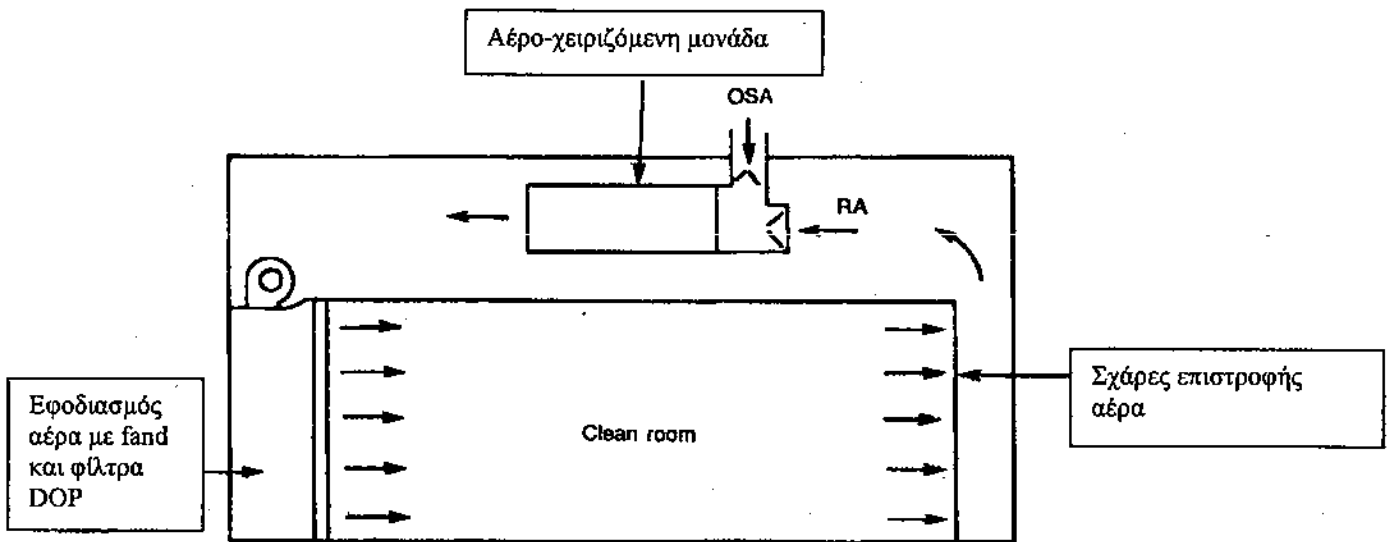
5.9 Στρωματοποίηση

Η στρωματοποίηση είναι ο χωρισμός του αέρα σε στρώματα που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Ο μελετητής του HVAC ενδιαφέρεται για δύο είδη στρωματοποίησης: αυτό το οποίο εμφανίζεται στο ρυθμισμένο χώρο ως αποτέλεσμα της ανακριβούς διανομής του αέρα και αυτό που εμφανίζεται στο AHU και τους αγωγούς ως αποτέλεσμα της ανεπαρκούς μίξης.

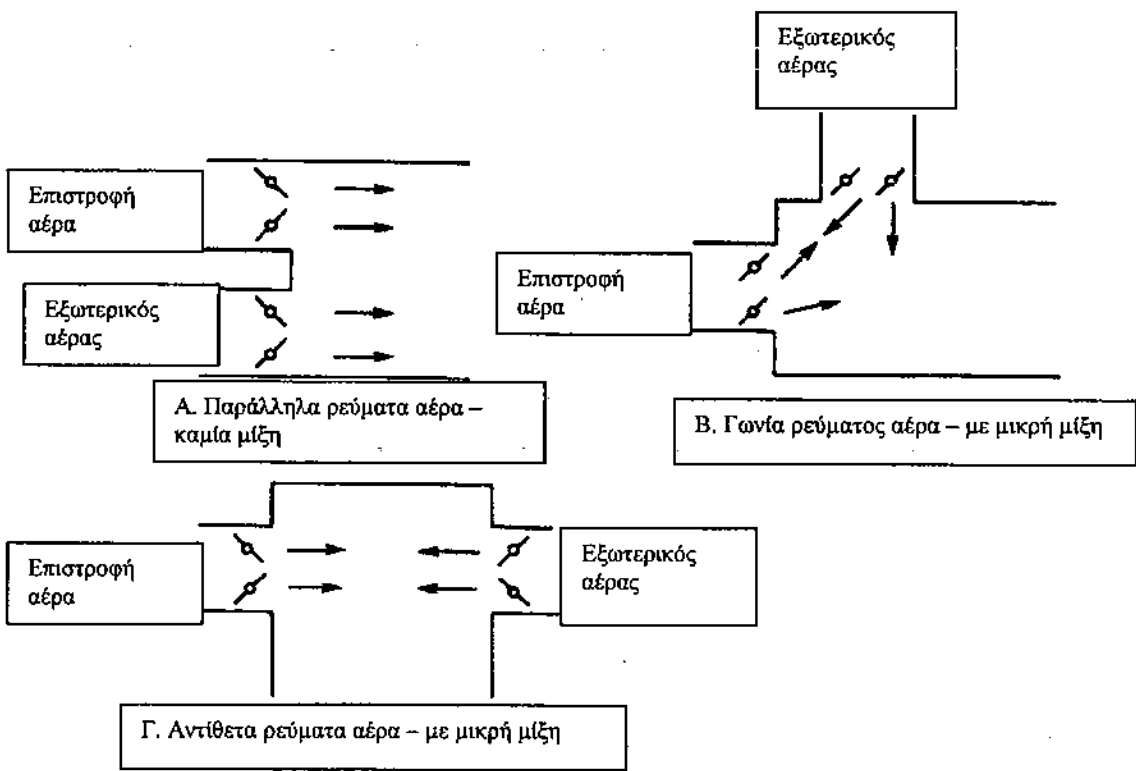
Το πρώτο έχει επιπτώσεις στην άνεση και αναπτύσσεται αλλού σε αυτό το κεφάλαιο. Το δεύτερο είναι αποτέλεσμα της γεωμετρίας των συστημάτων. Και τα δύο μπορούν να διορθωθούν ή να ελαχιστοποιηθούν από το κατάλληλο σχέδιο.

Η αρχική αιτία της στρωματοποίησης σε ένα AHU είναι η ανεπαρκής μίξη των ρευμάτων του εξωτερικού αέρα και της επιστροφής. Το χαρακτηριστικό "κιβώτιο αναμίξεως" δεν παρέχει χαρακτηριστικά καλή μίξη. Διάφορες καταστάσεις φαίνονται στο Σχέδιο 5.46 και 5.46a και επεξηγεί τις χειρότερες καταστάσεις.

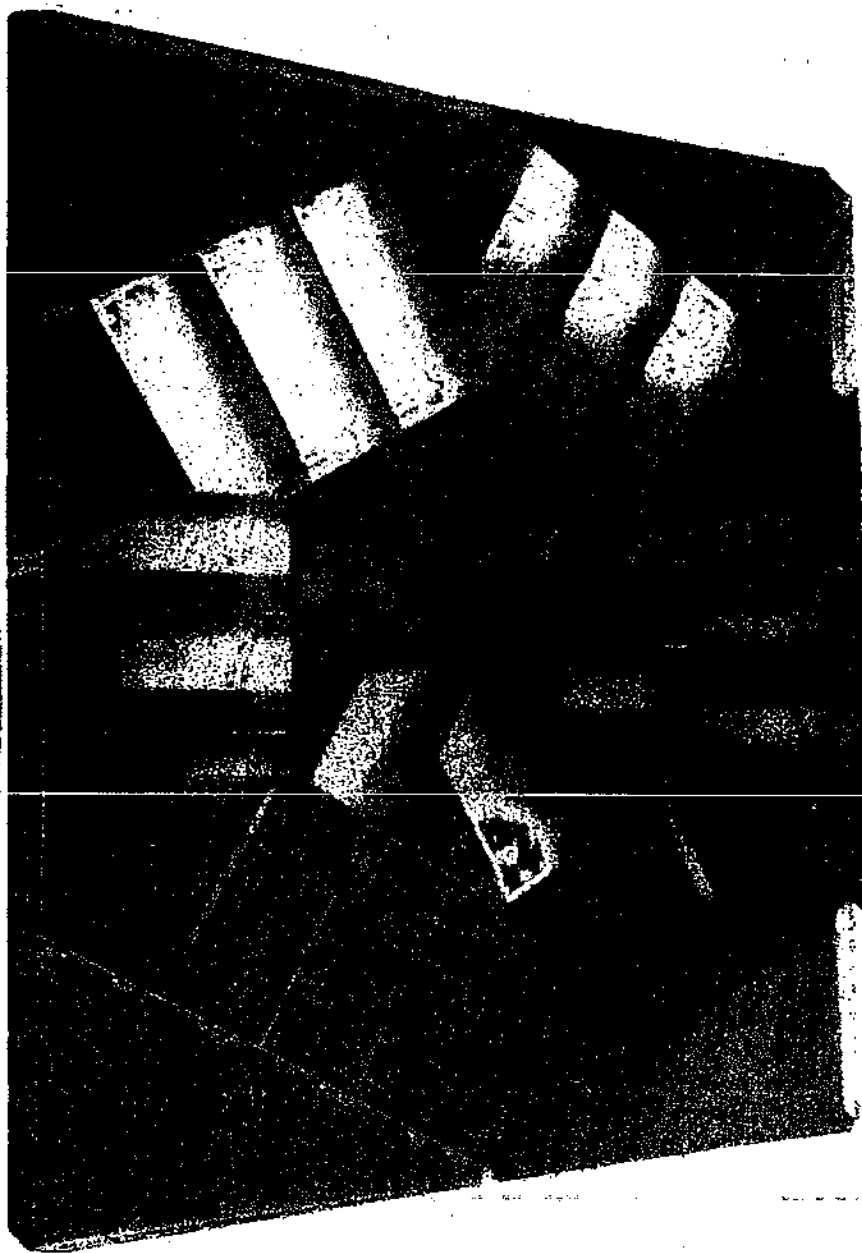




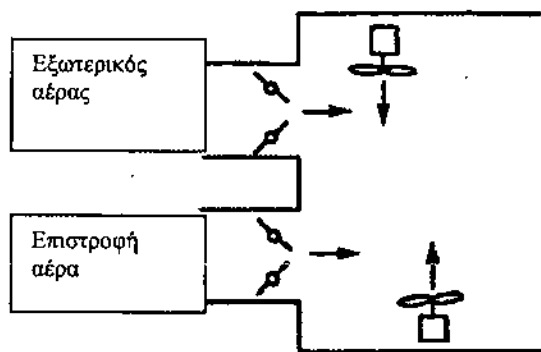
Σχέδιο 5.45 Διανομή κάθετης ελασματικής ροής αέρα με ξεχωριστό AHU για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας



Σχέδιο 5.46 Τυπικές διαμορφώσεις κιβωτίων ανάμιξης



Σχέδιο 5.47 Μηχανικός φίλτρου αέρα



Σχέδιο 5.48 Χρήση ανεμιστήρα με προπέλα για μίξη ρευμάτων αέρα

Τα δύο ρεύματα αέρα εισάγονται δίπλα-δίπλα, και δεν εμφανίζεται ουσιαστικά καμία μίξη. Αυτή η έλλειψη μίξης θα μεταφερθεί στα φίλτρα, στις σπείρες, ακόμη και στους ανεμιστήρες, δημιουργώντας προβλήματα στη φορά και στον έλεγχο καθώς επίσης ενόχληση στους αισθητήρες ψύξης - τα οποία δεν είναι και τόσο ενοχλητικά, επειδή αλλιώς ένα μέρος της σπείρας θα πάγωνε.

Το Σχέδιο 5.46b παρουσιάζει μία καλύτερη κατάσταση αλλά μόνο εάν χρησιμοποιούνται οι παράλληλες λεπίδες των διατάξεων απόσβεσης, με συνέπεια το φτωχό έλεγχο της ροής του όγκου. Το Σχήμα 5.46c, μας δίνει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα και επιτρέπει τη χρήση των διατάξεων απόσβεσης αντιτασσόμενων λεπίδων. Εντούτοις, εάν η απόσταση μεταξύ των εισόδων είναι περισσότερο από 4 ή 5 ft, θα υπάρχει ακόμα μεγάλο θέμα ύπαρξης στρωματοποίησης.

Ο πιο σίγουρος τρόπος να αποβληθεί η στρωματοποίηση είναι με τη βοήθεια ενός μηχανικού 'μίξερ' (σχέδιο 5.47), που μεταδίδει την περιστροφή και την αναταραχή στο ρεύμα αέρος, ή με τη βοήθεια των προωστήρων του ανεμιστήρα, που τοποθετούνται για να φυσήξουν πέρα από τον αγωγό ή την ολομέλεια, όπως στο Σχέδιο 5.48.

5.10 Έλεγχος θορύβου

Ο θόρυβος παράγεται στα συστήματα HVAC από τις μηχανές και τις μηχανικές συσκευές, κυρίως από τους ανεμιστήρες και από τις αντλίες, καθώς επίσης και από το ίδιο το ρεύμα του αέρα. Το αντικείμενο της ακουστικής και του ελέγχου του θορύβου αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 20.

5.11 Εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα

Το θέμα της εσωτερικής ατμοσφαιρικής ποιότητας¹⁰ είναι πολύ σημαντικό τα τελευταία χρόνια οφειλόμενο σε δύο παράγοντες: τη πτώση στην ποιότητα του υπαίθριου αέρα (καλείται σπάνια "φρέσκος" αέρας) και την αυξανόμενη χρήση των πλαστικών και συνθετικών υλικών στην οικοδόμηση του κτηρίου. 'Η εισροή των μολυσματικών παραγόντων' όπως το ραδόνιο και η φορμαλδεΰδη έχουν δημιουργήσει κάποιους πραγματικούς κινδύνους για το εσωτερικό περιβάλλον. Το επαρκές ποσοστό εξαερισμού - η χρήση του εξωτερικού αέρα σε κυβικά πόδια ανά λεπτό ανά άτομο - συνήθως ελαχιστοποιήσει τα προβλήματα εξ' αιτίας των εσωτερικών μολυσματικών παραγόντων. Αλλά εάν η εξωτερική ποιότητα του αέρα είναι κακή, μπορεί μόνο να αντικαταστήσει ένα πρόβλημα σε άλλο. Η χρήση των ειδικών αεριοαπορροφητικών φίλτρων (που περιγράφεται παραπάνω) μπορεί να είναι απαραίτητη σε κάποιες καταστάσεις. Πλέον πολλές έρευνες γίνονται σε αυτό το αντικείμενο και οι μελετητές πρέπει να εξοικειώνονται με τις πιο πρόσφατες εξελίξεις και απαιτήσεις.

5.12 Περίληψη

Σε αυτό το κεφάλαιο ασχοληθήκαμε με τα συστήματα αεροπορικών μεταφορών και τη διανομή του αέρα και συμπεριλάβαμε τους ανεμιστήρες, τους αγωγούς, τις σχάρες, registers, τους διασκορπιστές, τις διατάξεις απόσβεσης, και τα φίλτρα. Τα αέρο-χειριζόμενα συστήματα αναπτύσσονται στο Κεφάλαιο 11.

Αναφορές

1. Ένωση κινούμενων αερίων και συνθηκών (AMCA), Inc., Πρότυπο 210-85, 'Εργαστηριακή μέθοδος εκτίμησης δοκιμών ανεμιστήρων', 1985, Arlington Heights, IL
2. AMCA, No. 201-AMCA 'Εγχειρίδιο εφαρμογών ανεμιστήρων, Ανεμιστήρες και συστήματα', 1973.
3. Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 32, 'Σχεδιασμός αγωγών'.
4. Διεθνής ένωση κατασκευαστών μεταλλικών φύλλων και κλιματισμού (SMACNA), σταθερές για την κατασκευή αγωγών, διάφοροι όγκοι, 1971-1992, Βιέννη, VA
5. Διεθνής ένωση προστασίας φωτιάς, διεθνής κανόνες φωτιάς, διάφοροι όγκοι, ετήσια αποτελέσματα, Quincy, MA.
6. J. H. Klote and James A. Milke, Jr., 'Σχεδιασμός συστημάτων διαχείρισης καπνού' 1992, (διαθέσιμο από την ASHRAE/SFPE (Κοινωνία μηχανικών προστασίας φωτιάς)), Ατλάντα, GA
7. Πρότυπα ASHRAE 90.1-1989, 'Ενεργειακή διατήρηση στο σχεδιασμό νέων κτιρίων'
8. Εγχειρίδιο ASHRAE, 1989 Βασικές Αρχές, Κεφάλαιο 31 'Διανομή του αέρα στο χώρο'.
9. Πρότυπα ASHRAE 52-76, 'Μέθοδοι ελέγχου συσκευών καθαρισμού αέρα που χρησιμοποιούνται στο γενικό εξαερισμό για την αφαίρεση του μοριακού ζητήματος'.
10. Πρακτικά ASHRAE, IAQ (Ποιότητα εσωτερικού αέρα), 'Διαχείριση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα για την υγεία και την ενεργειακή διατήρηση', 1986.

