



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βασιλείου Ευστρατίου Χατζηγιάννου
Αριθμός μητρώου: 99036

Επιβλέπων: κ^{ος} Κίμωνας Α. Αντωνόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ. Πολυτεχνείου

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2009

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο πρωταρχικός σκοπός των συστημάτων κλιματισμού είναι να διατηρούν σε όλη τη διάρκεια του έτους τη θερμική άνεση και την υγεία των ανθρώπων μέσα στους χώρους διαβίωσης και εργασίας, με αξιοπιστία, επάρκεια και ανεκτό κόστος.

Οι συνθήκες θερμικής άνεσης εξαρτώνται κυρίως από τις συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και τις κινήσεις του αέρα ενός χώρου ενώ η υγεία των ανθρώπων εξασφαλίζεται και από την καθαρότητα του αέρα.

Οι συνθήκες θερμικής άνεσης δεν είναι μοναδικές αλλά εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Οι συνθήκες αυτές καθορίζονται στους κανονισμούς για τα πρότυπα που ισχύουν σε κάθε χώρα.

Ο καθοριστικός παράγοντας συνήθως είναι το είδος και η χρήση των χώρων στους οποίους εγκαθίσταται το σύστημα κλιματισμού. Για παράδειγμα σε μια κατοικία, κτίριο γραφείων, θέατρο, ξενοδοχείο, κέντρα μηχανογράφησης και πολλούς άλλους χώρους.

Οι εγκαταστάσεις άνεσης διατηρούν τον αέρα των χώρων τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι σε μια θερμοκρασία από 20°C έως 26°C και σε μια σχετική υγρασία μεταξύ 35% και 65%.

Στις συνθήκες αυτές ο άνθρωπος αισθάνεται κατά κανόνα άνετα και αποδίδει περισσότερο στην εργασία του.

Σε ειδικές κατηγορίες κτιρίων, ο στόχος δεν είναι μόνο η θερμική άνεση των ανθρώπων αλλά και η δημιουργία ειδικού περιβάλλοντος που ευνοεί:

- Κάποια χημική ή βιολογική εξέλιξη κάτι που συμβαίνει σε ιατρικά εργαστήρια
- κάποια μηχανική κατεργασία όπως συμβαίνει στη βιομηχανία
- την προστασία κάποιων αντικειμένων από την απαξίωση και τη διάβρωση όπως συμβαίνει σε ιστορικά κτίρια, μουσεία, βιβλιοθήκες και άλλου είδους αρχεία

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, οι συνθήκες του αέρα καθορίζονται από διάφορους κανονισμούς από παρατηρήσεις εμπειρία και τα λοιπά.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση των διαφόρων συστημάτων

κλιματισμού που εφαρμόζονται σε ειδικούς χώρους με έμφαση κυρίως στη διαφορετικότητα αυτών σε σχέση με τα κλασικά συστήματα κλιματισμού που εφαρμόζονται σε συνήθεις χώρους.

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται παρουσίαση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών ενός κέντρου υπολογιστών και μια αναφορά στα συστήματα κλιματισμού μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτά. Στο κεφάλαιο 2, ασχολούμαστε με τον κλιματισμό στα θέατρα και επιπλέον γίνεται μια διεξοδική ανάλυση των τρόπων διανομής του αέρα σε αυτά καθώς και τρόποι περιορισμού του θορύβου και των δονήσεων που προέρχονται από τα κλιματιστικά μηχανήματα. Στα κεφάλαια 3 και 4, γίνεται αναφορά στους τρόπους κλιματισμού μουσείων και μεγάλων προθάλαμων(malls) . Στο κεφάλαιο 5, περιγράφονται εφαρμογές των εγκαταστάσεων κλιματισμού σε θερμοκήπια. Ιδιαίτερα, γίνεται ιδιαίτερη μνεία, στους τρόπους ελέγχου της θερμοκρασίας και της υγρασίας καθώς και σε μεθόδους ψύξης και αερισμού των θερμοκηπίων. Στο κεφάλαιο 6, παρουσιάζονται οι ειδικές συνθήκες τις οποίες καλείται να αντιμετωπίσει ένα σύστημα κλιματισμού σε αεροπλάνα καθώς και διαφορετικά είδη συστημάτων κλιματισμού. Στο κεφάλαιο 7, έχουμε μια ανάλογη περίπτωση περιγραφή συστημάτων κλιματισμού σε πλοία. Τα κεφάλαια 8, 9 και 10 αναφέρονται στα είδη κλιματισμού που εφαρμόζονται στη βιομηχανία και συγκεκριμένα στην κλωστοϋφαντουργία , τυπογραφία και στους χώρους όπου γίνονται δοκιμές μηχανών εσωτερικής καύσης. Στο κεφάλαιο 11, γίνεται αναφορά στις ειδικές απαιτήσεις τις οποίες καλείται να ικανοποιήσει το σύστημα κλιματισμού που θα εφαρμοστεί σε ένα φωτογραφείο. Τέλος, κλείνοντας με το θεωρητικό κομμάτι και την παρουσίαση του κλιματισμού σε ειδικούς χώρους παρουσιάζεται η εφαρμογή των εγκαταστάσεων κλιματισμού σε ορυχεία με ιδιαίτερη έμφαση στην ιδιαιτερότητα αυτού σε σχέση με τον κλιματισμό άνεσης. Στο κεφάλαιο 13, γίνεται εφαρμογή ενός ξεχωριστού τρόπου ψύξης με τη χρήση ενσωματωμένων cooling panels μέσα στην οροφή χωρών οι οποίοι προορίζονται για κελιά δοκιμής μηχανών εσωτερικής καύσης. Συγκεκριμένα, λαμβάνονται κάποιες πειραματικές μετρήσεις για τρία διαφορετικά είδη μηχανών από τις οποίες προκύπτουν γραφήματα τα οποία δείχνουν την κλιμάκωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του αέρα που κυκλοφορεί μέσα στα κελιά δοκιμής κατά τη διάρκεια λειτουργίας των Μ.Ε.Κ..

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή του Ε.Μ.Π κ. Κίμωνα Αντωνόπουλο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής και για την συνεργασία, την βοήθεια και τις συμβουλές που μου πρόσφερε καθ'όλη την διάρκεια εκπόνησης της καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα του εργαστηρίου ΜΕΚ Αθανάσιο Δημάρατο για την βοήθεια που μου προσέφερε όσον αφορά τις πειραματικές μετρήσεις στους χώρους μέσα στους οποίους γίνονται οι δοκιμές των Μ.Ε.Κ. .

Τέλος, αφιερώνω την εργασία αυτή στους γονείς μου για την διαρκή υποστήριξη τους μέχρι και σήμερα.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
1.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΚΕΝΤΡΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....	7
1.1 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χώρου των μηχανογραφικών κέντρων.....	7
1.2 Συστήματα ψύξης επεξεργασίας.....	14
1.3 Τεχνικές μελετης.....	18
1.4 Μονάδες ψύξης επεξεργασίας.....	21
2.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΘΕΑΤΡΑ.....	27
2.1 Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού.....	32
2.2 Η διανομή του αέρα.....	33
2.3 Έλεγχος του θορύβου και των δονήσεων.....	46
3.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΜΟΥΣΕΙΑ.....	50
3.1 Οι συνθήκες διατήρησης.....	51
3.2 Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού.....	55
4.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΥΣ.....	64
5.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ.....	68
5.1. Γενικά.....	68
5.2. Έλεγχος θερμοκρασίας.....	70
5.3. Μέθοδοι αερισμού.....	72
5.4. Ψύξη θερμοκηπίων.....	73
5.5.Έλεγχος θερμοκρασίας και αερισμού.....	74
5.6.Έλεγχος υγρασίας.....	75
5.7. Εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας των θερμοκηπίων με CO ₂	76
6.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ.....	77
6.1 Σχεδιαστικές συνθήκες.....	77
6.2 Σχεδιαστικές προσεγγίσεις.....	85
6.3 Συστήματα ψύξης.....	87

6.4 Τυπικό σύστημα κλιματισμού αεροσκάφους εμπορικής χρήσης.....	95
7.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ.....	98
7.1 Γενικά κριτήρια.....	98
7.2 Κριτήρια σχεδιασμού.....	99
7.2 Κριτήρια σχεδιασμού.....	102
7.4 Τυπικά συστήματα κλιματισμού.....	103
7.5 Μέθοδοι διανομής αέρος.....	108
7.6 Έλεγχος.....	108
8.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΟΠΟΥ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	110
8.1 Εισαγωγικά.....	110
8.2 Συστήματα εξαερισμού.....	111
8.3 Σχετικά με την απομάκρυνση του αέρα από το κελί.....	113
8.4 Σχετικά με την παροχή του αέρα στο Κελί.....	115
8.5 Εκπομπή θερμότητας από τη μηχανή.....	116
9.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΑ.....	122
9.1 Γενικά.....	122
9.2 Γενικά κριτήρια σχεδιασμού.....	122
9.3 Έλεγχος της ποσότητας υγρασίας του χαρτιού.....	126
9.4 Πλάκα εκτύπωσης.....	127
9.5 Εκτύπωση σε πρέσα.....	128
10.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΚΛΩΣΤΟΥΦΑΝΤΟΥΡΓΕΙΑ.....	133
10.1 Εισαγωγικά.....	133
10.2 Ολοκληρωμένα συστήματα.....	133
10.3 Διανομή αέρος.....	137
10.4 Θεωρήσεις που γίνονται για λόγους υγείας.....	140
11.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ.....	142
11.1 Εισαγωγικά.....	142
11.2 Αποθήκευση μη επεξεργασμένου φωτογραφικού υλικού.....	142
11.3 Επεξεργασία και εκτύπωση φωτογραφικών υλικών.....	143
11.4 Κλιματισμός για προπαρασκευαστικές λειτουργίες.....	144
11.5 Κλιματισμός κατά τη διάρκεια των κύριων λειτουργιών επεξεργασίας.....	144
11.6 Κλιματισμός για την εκτυπωτική / τελική εργασία.....	147
11.7 Ξένα σωματίδια μέσα στον αέρα.....	147

11.8 Άλλες απαιτήσεις σχετικά με την εξαγωγή.....	148
11.9 Έλεγχος της θερμοκρασίας κατά την επεξεργασία.....	148
12.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΟΡΥΧΕΙΑ.....	150
12.1 Εισαγωγικά.....	150
12.2 Η καταπόνηση των εργατών εξαιτίας της θερμότητας.....	151
12.3 Μελέτη των πηγών θερμότητας που επηρεάζουν τον αέρα του ορυχείου.....	153
12.4 Ροή θερμότητας διαμέσου του τοιχίου του βράχου.....	156
12.5 Ψύξη και αφύγρανση.....	159
12.6 Εξοπλισμός και εφαρμογές.....	160
13 . ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΟΙ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΟΡΟΦΗ.....	170
13.1 Εισαγωγικά.....	170
13.2 Μελέτη της θερμοκρασίας μεταξύ των σωλήνων.....	171
13.3 Θερμότητα που απορροφάται από τ πάνελ.....	176
13.4 Θερμοκρασιακή κατανομή στην κατεύθυνση της ροής.....	176
13.5 Αποδοτικότητα των ψυχόμενων πάνελς.....	177
13.6 Γραφήματα και συμπεράσματα που προέκυψαν από τις πειραματικές μετρήσεις.....	179

Κεφάλαιο 1

Εγκαταστάσεις για κέντρα υπολογιστών (μηχανογράφησης)

Ο χώρος των υπολογιστών παρουσιάζει πολύ διαφορετικές συνθήκες και απαιτήσεις από τις συνήθεις απαιτήσεις φυσιολογικής άνεσης, που χαρακτηρίζουν τις οικιακές και εμπορικές εφαρμογές. Η εγκατάσταση πρέπει πράγματι να εξασφαλίζει την "ευρυθμία του μηχανήματος" για το hardware που υπάρχει, και γι' αυτό είναι πιο σωστό να μιλάμε *ψύξη επεξεργασίας* (process cooling) αντί για κλιματισμό. Ο χώρος των υπολογιστών απαιτεί την ικανοποίηση τριών βασικών συνθηκών:

1. διατήρηση των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών μελέτης μέσα στα καθορισμένα όρια, για όλη την περίοδο λειτουργίας
2. αξιοπιστία της εγκατάστασης, με το αναγκαίο πλεόνασμα, για να διατηρηθεί η συνέχεια λειτουργίας ακόμη και σε. συνθήκες έκτακτης ανάγκης
3. περιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας της εγκατάστασης ψύξης.

Μια σημαντική αιτία που θέτει εκτός λειτουργίας τους υπολογιστές συνίσταται στην ανικανότητα της εγκατάστασης να διατηρήσει τις αναγκαίες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας, κίνησης και καθαρότητας του αέρα που απαιτούνται από το hardware.

1.1 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χώρου των μηχανογραφικών κέντρων

Η ψύξη επεξεργασίας του χώρου των μηχανογραφικών κέντρων διαφέρει από τις εφαρμογές κλιματισμού άνεσης στα παρακάτω σημεία:

1. Συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας μελέτης
2. Πυκνότητα των θερμικών φορτίων
3. Θερμικός συντελεστής
4. Ποσότητα εξωτερικού αέρα και συνολική ποσότητα αέρα
5. Πλεόνασμα
6. Μέθοδοι διανομής του αέρα
7. Απαιτήσεις ελαστικότητας
8. Αριθμός ωρών λειτουργίας ανά έτος.

Αυτά τα σημεία διαφοροποίησης πηγάζουν από τις απαιτήσεις του hardware και επιβάλλουν την επιλογή μιας εγκατάστασης ψύξης επεξεργασίας.

Ακολουθεί πίνακας 1.1 - Συνθήκες μελέτης* για τα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων.

Θερμοκρασία περιβάλλοντος	22 °C ± 1°C, ξηρού βολβού
Σχετική υγρασία	50%±5°C
Απόδοση φιλτραρίσματος του αέρα	45% (std. 52-76, μέτρησης αδιαφάνειας). Η ελάχιστη αποδεκτή τιμή είναι 20% της ίδιας μεθόδου.
Ελάχιστη θερμοκρασία του ρχόμενου στο hardware αέρα	16°C

Μέγιστη σχετική υγρασία του εισερχόμενου στο hardware αέρα	65% (μερικοί κατασκευαστές επιτρέπουν τιμές του 80%)
*απο ASHRAE	

Συνθήκες μελέτης

Οι συνθήκες μελέτης για το hardware, στα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων, είναι συνήθως 22°C ξηρού βολβού, με 50% σχετική υγρασία και εξωτερική θερμοκρασία 35°C με ξηρού βολβού (πίνακας 1.1). Οι πραγματικές συνθήκες μελέτης διευκρινίζονται από τον κατασκευαστή του υπολογιστή.

Ακατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος μπορούν να προκαλέσουν την πλήρη παύση του μηχανήματος ή σφάλματα εγγραφής/ανάγνωσης εξαιτίας ελαττωμάτων στην επιφάνεια των ταινιών, παρεμβολές ανάμεσα στις μαγνητικές κεφαλές και στους δίσκους, ρωγμές ή θραύση των κεφαλών, βλάβες στα ολοκληρωμένα κυκλώματα κλπ.

Μία υψηλή υγρασία του αέρα μπορεί να προκαλέσει ρωγμές στις μαγνητικές κεφαλές, φθορά της επιφάνειας των μαγνητικών ταινιών, σχηματισμό υγρασίας μέσα στο μηχάνημα, διάβρωση και μεταφορά του αργύρου των επαφών. Αντίθετα, μία μειωμένη υγρασία προκαλεί αύξηση του στατικού ηλεκτρισμού με κίνδυνο παύσης ή σφαλμάτων που δεν μπορούν, εύκολα να αναγνωριστούν.

Πυκνότητα των θερμικών φορτίων

Μερικά δεδομένα δείχνουν τη διαφορά ανάμεσα σε εφαρμογές ψύξης επεξεργασίας, σε κέντρα επεξεργασίας δεδομένων, και στις κλασικές εφαρμογές άνεσης. Η υψηλή παραγωγή θερμότητας από το hardware του υπολογιστή απαιτεί ότι κάθε kW ψυκτικής ισχύος που χορηγείται να ψύχει μόνο περιορισμένες επιφάνειες. Η σύγκριση με κοινές εφαρμογές δεν έχει ανάγκη σχολίων: 1000 frig/h μπορούν να ψύξουν 15,5-25 m² οικιακών χώρων, 7,75-10,85 m² χώρων γραφείου έναντι 1,55-3,1 m² χώρου υπολογιστών.

Θερμικός συντελεστής

Το συνολικό φορτίο ψύξης αποτελείται από δύο παράγοντες: α) ωφέλιμο φορτίο (που εκφράζεται από τη θερμοκρασία ξηρού βολβού) β) λανθάνον φορτίο (που εκφράζεται από την ποσότητα υγρασίας που αφαιρείται από τον αέρα).

Ο θερμικός συντελεστής εκφράζει την ποσότητα ωφέλιμης θερμότητας σαν ποσοστό της ολικής θερμότητας (ωφέλιμη + λανθάνουσα).

Στα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων το hardware παράγει μία μεγάλη ποσότητα "ξηρής" θερμότητας και η υγρασία που οφείλεται στα άτομα και τον εξωτερικό αέρα είναι πολύ μειωμένη. Σαν συνέπεια η σχέση της ωφέλιμης ως προς την ολική θερμότητα είναι περίπου 0,90-0,95. Στις εφαρμογές άνεσης η λανθάνουσα θερμότητα είναι υψηλότερη εξαιτίας του μεγαλύτερου αριθμού ατόμων και του αναγκαίου εξωτερικού αέρα για τον αερισμό, παράγοντες και οι δύο που δημιουργούν την αναγκαιότητα αφαίρεσης της υγρασίας από τον αέρα. Η ωφέλιμη θερμότητα είναι σχετικά μικρή έτσι ώστε ο θερμικός συντελεστής να είναι, συνήθως, 0,65-0,75 περίπου. Τα μηχανήματα για την ψύξη επεξεργασίας πρέπει να επιλεγούν ώστε να χορηγούν την ψυκτική ισχύ στην ίδια σχέση με την οποία αυτή απαιτείται από το hardware. Τα συνήθη μηχανήματα κλιματισμού, για σκοπούς άνεσης, δεν είναι σε θέση να επεξεργαστούν με σωστό τρόπο το χώρο υπολογιστών. Αυτά τείνουν να αφυγράνουν τον αέρα σε υπερβολικό βαθμό δημιουργώντας χαμηλά επίπεδα υγρασίας. Αυτό, σαν συνέπεια, προκαλεί μία υπερβολική απαίτηση ύγρανσης που δημιουργεί ενεργειακή δαπάνη και προβλήματα συντήρησης.

Ποσότητα εξωτερικού και συνολικού αέρα

Οι εγκαταστάσεις για τα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων απαιτούν πολύ μικρές παροχές εξωτερικού αέρα, δεδομένου του περιορισμένου αριθμού ατόμων, ανά μονάδα επιφανείας, σε σύγκριση με το ολικό θερμικό φορτίο. Οι παροχές εξωτερικού αέρα είναι συνήθως περιορισμένες στο 2-5% της συνολικής παροχής ίσο με, ενδεικτικά, 17-25 m³/h ανά άτομο.

Τα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων απαιτούν υψηλές συνολικές παροχές αέρα. Οι τιμές αναφοράς κυμαίνονται από 340 έως 570 m³/h για 1000 frig/h αντί για 200-230 m³/h των εφαρμογών κλιματισμού. Αυτό οφείλεται στη μικρότερη θερμοκρασία μελέτης περιβάλλοντος που είναι 22°C αντί για 26°C. Υπάρχει συνεπώς μία μικρότερη διαφορά ανάμεσα στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και την επιφανειακή θερμοκρασία της μονάδας ψύξης.

Επειδή η σχετική υγρασία του αέρα ψύξης που εισέρχεται στον υπολογιστή δεν

πρέπει να υπερβαίνει το 65% (μέγιστο 80%) - σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών - η συσκευή ψύξης πρέπει να περάσει από μία βοηθητική δίοδο ένα μέρος του αέρα γύρω από τη μονάδα ψύξης, με μια αύξηση της συνολικής παροχής.

Μία ανεπαρκής ποσότητα αέρα ή μία λανθασμένη διανομή μπορεί να προκαλέσει ελλιπή έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Ένα πολύ κοινό πρόβλημα είναι ο σχηματισμός εντοπισμένων θερμών ζωνών (hot spot) στο περιβάλλον.

Ο καθαρισμός του αέρα αποτελεί μια άλλη σημαντική απαίτηση λόγω της επίδρασης της σκόνης στις μονάδες δίσκου ή ταινίας, και ιδιαίτερα για τις παρεμβολές ανάμεσα στη μαγνητική κεφαλή και το δίσκο.

Πλεόνασμα

Το πλεόνασμα απαιτεί την εγκατάσταση μιας (ή περισσότερων) μονάδων ψύξης, πέραν του αναγκαίου, με τρόπον ώστε να αποδίδεται η πλήρης ψυκτική ισχύς ακόμη και όταν ένα μέρος της εγκατάστασης είναι σταματημένο για επισκευές ή για έργα προγραμματισμένης συντήρησης. Αυτό δεν ισοδυναμεί με το "stand by" (εφεδρεία). Το πλεόνασμα απαιτεί όλα τα μέρη της εγκατάστασης να είναι σε λειτουργία. Το stand by απαιτεί μερικά μέρη να μένουν απενεργοποιημένα έως ότου η επέμβασή τους δεν απαιτηθεί σε αντικατάσταση κάποιου άλλου εξαρτήματος που έπαυσε να λειτουργεί. Αλλά, απενεργοποιημένα εξαρτήματα, δεν είναι αξιόπιστα λόγω ακριβώς της αδράνειάς τους. Συνεπώς αποκλείεται η λύση του stand by υπέρ του πλεονάσματος. Στις εφαρμογές κλιματισμού άνεσης, η θέση εκτός λειτουργίας της εγκατάστασης προκαλεί σπάνια οικονομικές απώλειες, εκτός και αν το προσωπικό είναι αναγκασμένο να εγκαταλείψει τους χώρους με απώλεια παραγωγικότητας. Στα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων η θέση εκτός λειτουργίας της εγκατάστασης ψύξης μπορεί να προκαλέσει σημαντικές οικονομικές απώλειες. Έναντι αυτού το ίδιο το κόστος του πλεονάσματος αποτελεί ένα σοφό προληπτικό μέτρο. Ένα πραγματικό πλεόνασμα όμως είναι τελείως άχρηστο χωρίς ένα ολικό σύστημα συναγερμού. Η παύση μιας μονάδας, σε μία πλεονάζουσα εγκατάσταση, μπορεί να περάσει απαρατήρητη χωρίς την παρουσία ενός σήματος συναγερμού. Το αποτέλεσμα θα ήταν πράγματι η απώλεια του πλεονάσματος κι η επόμενη βλάβη θα δημιουργούσε τον κίνδυνο ολικής παύσης της εγκατάστασης.

Μέθοδοι διανομής του αέρα

Η πλειοψηφία του hardware των υπολογιστών είναι μελετημένη για να εκτελεί την αναρρόφηση από κάτω και την εκκένωση από πάνω. Η εγκατάσταση ψύξης επεξεργασίας αναρροφά το θερμό αέρα από επάνω και διανέμει τον ψυχρό αέρα από το υπερυψωμένο δάπεδο, επιτρέποντας της επεξεργασία μεγαλύτερων παροχών αέρα. Τα μοντέρνα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων χρησιμοποιούν υπερυψωμένα δάπεδα με ελάχιστο ελεύθερο ύψος 23 cm (κατά προτίμηση από 30 έως 45 cm) που χρησιμοποιούνται και για το πέρασμα των καλωδίων. Δοκιμές που έγιναν στην I.B.M. απέδειξαν ότι και η διανομή αέρα από επάνω, με αναρρόφηση από το δάπεδο, μπορεί να είναι κατάλληλη για την ψύξη του hardware. Επίσης αυτή επιτρέπει μία σειρά πλεονεκτημάτων, με τη μορφή καλύτερων συνθηκών άνεσης, για το προσωπικό. Σήμερα, η εξέλιξη που είχαν οι υπολογιστές επιτρέπει αδιάφορα την ψύξη με διανομή του αέρα από το δάπεδο ή την οροφή. Μερικά ενδεικτικά σχέδια φαίνονται στην εικόνα 1.1.

Ελαστικότητα

Είναι γεγονός ότι τα κέντρα επεξεργασίας τείνουν να επεκταθούν συνεχώς και η εγκατάσταση ψύξης επεξεργασίας πρέπει να είναι αρκετά ελαστική ώστε να ανταποκρίνεται στις αλλαγές των απαιτήσεων (αλλαγές στη θέση του hardware, επεκτάσεις του κέντρου ή μεταβολές του μεγέθους των θερμικών φορτίων). Εάν από την εγκατάσταση λείπει μία βασική ελαστικότητα θα δημιουργηθούν ανομοιόμορφες διανομές θερμότητας στο χώρο με το σχηματισμό εντοπισμένων θερμών ζωνών (hot spot).

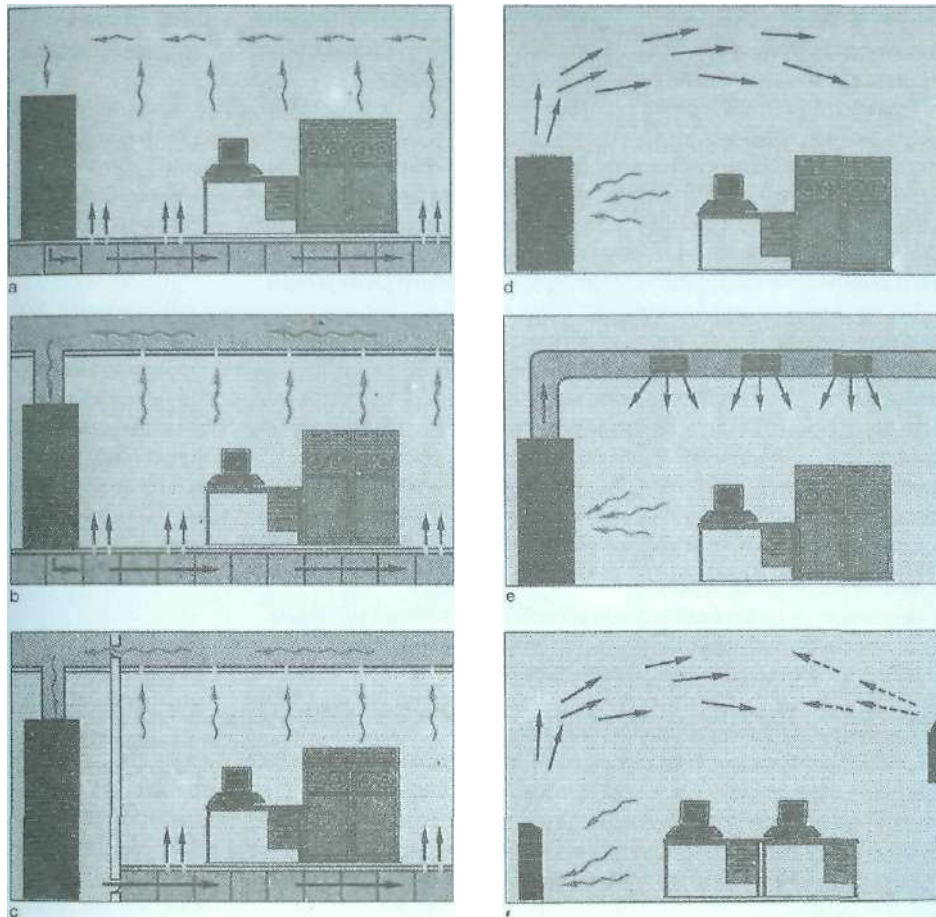
Αριθμός ωρών λειτουργίας ανά έτος

Το κέντρο επεξεργασίας δεδομένων απαιτεί μία παρατεταμένη χρήση της εγκατάστασης ψύξης, που επεκτείνεται γενικά σε όλο το έτος. Ανάλογα με τις

απαιτήσεις η εγκατάσταση μπορεί να τεθεί σε συνεχή λειτουργία για 8760 ώρες το χρόνο (πίνακας 1.2).

Πίνακας 1.2 - Αντιστοιχία ανάμεσα στις ημερήσιες και ετήσιες ώρες λειτουργίας του hardware.

Αρ. ημερήσιων ωρών	Αντίστοιχος αρ. ετήσιων ωρών
8	2920
12	4380
16	5840
20	7300
24	8760



εικ.1.1 - Παραδείγματα εφαρμογής και διανομής του αέρα για εγκαταστάσεις σε κέντρα υπολογιστών: a) Διάχυση του αέρα κάτω από το δάπεδο και αναρρόφηση από επάνω b) Διάχυση από κάτω και αναρρόφηση από την οροφή c) Παρομοίως αλλά με το μηχάνημα σε παράπλευρο χώρο d) Άμεση παροχή του αέρα από επάνω και μετωπική αναρρόφηση e) Διανομή με κανάλια από επάνω f) Άμεση διανομή και αναρρόφηση σε γραφεία με υπολογιστές.

1.2 Συστήματα ψύξης επεξεργασίας

Τα μηχανήματα και τα συστήματα που είναι μελετημένα για εφαρμογές άνεσης δεν είναι ικανά να ψύξουν με τον κατάλληλο τρόπο τα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων. Η ωφέλιμη ψυκτική ισχύς που αυτά τα συστήματα μπορούν να παράγουν περιορίζεται στο 65-70% της συνολικής παραγόμενης ισχύος και γι' αυτό δεν είναι αρκετή να διατηρήσει την επιθυμητή θερμοκρασία στο περιβάλλον.

Ακόμη, προβλέπονται για μία έντονη αφαίρεση υγρασίας από τον αέρα, κι συνεπώς για υπερβολική αφύγρανση. Αυτή η συνθήκη, για να αντισταθμιστεί, απαιτεί περισσότερη ποσότητα ενέργειας, για τη λειτουργία του υγραντή, και συνεπώς υψηλότερο κόστος διαχείρισης και πιο εκτεταμένες απαιτήσεις συντήρησης.

Τα μηχανήματα ψύξης επεξεργασίας για κέντρα επεξεργασίας δεδομένων

διαφοροποιούνται σαφώς από εκείνα του κλιματισμού άνεσης. Η επικρατούσα τάση είναι η χρήση συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στον ίδιο χώρο όπου είναι τοποθετημένο και το hardware. Πράγματι, μιας και απαγορεύεται η είσοδος σε ξένους, το κέντρο επεξεργασίας δεδομένων αποτελεί τον καλύτερο χώρο για την εγκατάσταση των μονάδων ψύξης επεξεργασίας. Αντίθετα, όταν τα μηχανήματα εγκαθίστανται έξω από το κέντρο, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος να παραβιαστούν από μη εξουσιοδοτημένα άτομα.

Για τη συνέχεια της λειτουργίας, (όταν ένα μέρος της εγκατάστασης τίθεται εκτός λειτουργίας από βλάβες, τα πλεονάζοντα μέρη πρέπει να μπορούν να αναλάβουν όλο το θερμικό φορτίο. Η εγκατάσταση πρέπει επίσης να διαθέτει ένα σύστημα συναγερμού για να επισημαίνει τις παύσεις λειτουργίας και να επισπεύδει τις επιδιορθώσεις. Στην αντίθετη περίπτωση η προστασία που προσφέρεται από το πλεόνασμα χάνεται. Είναι επίσης ένας καλός κανόνας η εγκατάσταση να συνοδεύεται από καταγραφείς των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών του περιβάλλοντος. Αυτοί επιτρέπουν τον οπτικό έλεγχο της διατήρησης των συνθηκών εργασίας μέσα στα καθορισμένα από τον κατασκευαστή όρια. Τα συστήματα ψύξης επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι τριών τύπων:

1. *αυτόνομα με ψύξη νερού*
 2. *αυτόνομα με ψύξη διαλυμάτων γλυκόλης, σε κλειστό κύκλωμα*
 3. *με κεντρική ψυκτική μονάδα και μονάδα επεξεργασίας του αέρα στο χώρο.*
- Άλλες λύσεις συναντώνται πιο σπάνια.

Αυτόνομες εγκαταστάσεις με ψύξη νερού

Οι μονάδες ψύξης επεξεργασίας (που περιγράφονται παρακάτω) είναι εγκατεστημένες στον ίδιο χώρο του κέντρου επεξεργασίας δεδομένων. Η διανομή του αέρα γίνεται από κάτω, από το υπερυψωμένο δάπεδο, ή από επάνω από γρίλιες παροχής που προβλέπονται στις μονάδες ψύξης, ή από κανάλια. Οι μονάδες είναι συνδεδεμένες με ένα πύργο ψύξης, στο εξωτερικό, που είναι κατασκευασμένος για χειμερινή λειτουργία.

Πλεονεκτήματα

1. *Υψηλή ενεργειακή απόδοση. Επιτυγχάνονται, για ίδιες συνθήκες, οι υψηλότερες τιμές COP σε σχέση με άλλο συστήματα.*
2. *εύκολη εφαρμογή συστημάτων ανάκτησης θερμότητας*
3. *εύκολη εγκατάσταση*

4. δοκιμασμένες επιδόσεις των μονάδων στο εργοστάσιο (τα μηχανήματα χορηγούνται πλήρως συναρμολογημένα και καλωδιωμένα).

Μειονεκτήματα

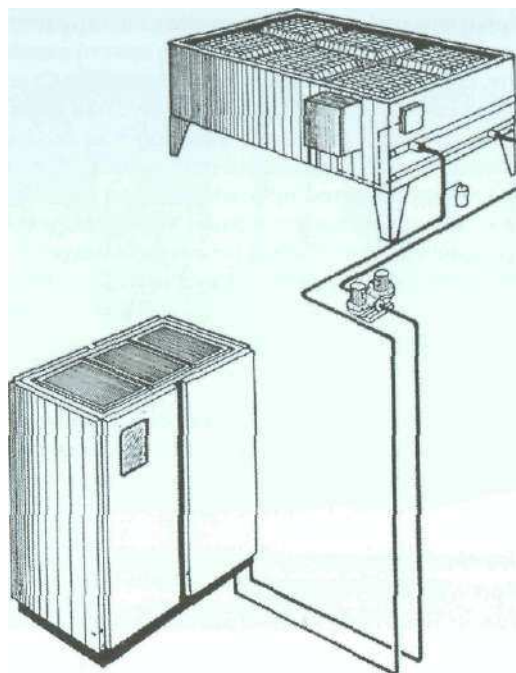
1. Πιθανές επιπλοκές κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου από προβλήματα πήξης

και ελέγχου της θερμικής ικανότητας του πύργου

2. αναγκαιότητα συντήρησης του πύργου, πιθανή ανάγκη επεξεργασίας του νερού.

Αυτόνομες εγκαταστάσεις με ψύξη διαλυμάτων γλυκόλης, σε κλειστό κύκλωμα

Οι μονάδες ψύξης επεξεργασίας είναι εγκατεστημένες στο κέντρο επεξεργασίας δεδομένων. Η διανομή του αέρα εκτελείται σχεδόν πάντα από κάτω, από το υπερυψωμένο δάπεδο. Οι μονάδες είναι συνδεδεμένες με ένα ψύκτη υγρού, κλειστού κυκλώματος, που συνήθως βρίσκεται στο εξωτερικό. (Βλέπε εικόνα 1.2). Στο κύκλωμα ανάμεσα στη μονάδα και τον ψύκτη ρέει ένα διάλυμα γλυκόλης με συγκέντρωση τέτοια που να έχει ένα σημείο πήξης μικρότερο από την ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία.



Εικ. 1.2 - Σχεδιάγραμμα σύνδεσης ανάμεσα σε μία μονάδα κλιματισμού με ψύξη του

συμπυκνωτή από γλυκόλη και εξωτερικό ψύκτη υγρού. Στους σωλήνες της γλυκόλης είναι εγκατεστημένος ένας κυκλοφορητής.

1. Απουσία κινδύνου παγώματος και προβλημάτων μείωσης της ικανότητας, κατάλληλη για λειτουργία όλο το έτος
2. εύκολη εφαρμογή συστημάτων ανάκτησης θερμότητας
3. εύκολη εγκατάσταση
4. περιορισμένη συντήρηση για τον ψύκτη υγρού (μόνο ο κινητήρας-ανεμιστήρας), σε σχέση με τον πύργο ψύξης.

Μειονεκτήματα

1. Υψηλό αρχικό κόστος
2. μικρότερη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με το προηγούμενο σύστημα, και συνεπώς μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας
3. απαίτηση μεγαλύτερου χώρου στο εξωτερικό για την ψύξη του ρευστού.

Εγκατάσταση με κεντρική ψυκτική μονάδα και μονάδες επεξεργασίας του αέρα στο χώρο

Αυτή η λύση είναι συμφέρουσα όταν είναι διαθέσιμη αρκετή επιπλέον ψυκτική ισχύς από τον ψύκτη νερού της εγκατάστασης κλιματισμού του κτιρίου. Οι μονάδες επεξεργασίας του αέρα είναι, και στην περίπτωση αυτή, τοποθετημένες στο χώρο του κέντρου. Διαθέτουν μονάδες ψύξης με ψυχρό νερό, ανεμιστήρες και χειριστήρια. Οι υγραντές και οι μονάδες αναθέρμανσης μπορεί να περιλαμβάνονται στις μονάδες ή να είναι τοποθετημένες στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας του πρωτεύοντα αέρα (σε άλλο χώρο). Η θερμοκρασία του ψυγμένου νερού που εισέρχεται στη μονάδα πρέπει

να έχει ελάχιστη τιμή 7°C, καλύτερα 9°C, για να προληφθεί μία υπερβολικά έντονη αφύγρανση.

Η κεντρική ψυκτική μονάδα νερού πρέπει να μπορεί να λειτουργήσει για όλο το χρόνο, με κατάλληλα συστήματα, που θα επιτρέπουν τη χειμερινή λειτουργία. Ένα σχεδιάγραμμα των υδραυλικών συνδέσεων φαίνεται στην εικόνα 1.3.

Πλεονεκτήματα

1. *Μειωμένο αρχικό κόστος (με την προϋπόθεση ύπαρξης του κεντρικού ψύκτη νερού)*

2. *υψηλή ενεργειακή απόδοση, συνεπώς μειωμένο κόστος λειτουργίας*

3. *περιορισμένη συντήρηση, συνεπώς με περιορισμένο κόστος.*

Μειονεκτήματα

1. *Δεν είναι πάντα δυνατό να εξασφαλιστεί το απαραίτητο πλεόνασμα της εγκατάστασης*

(π.χ. όταν υπάρχει μόνο μία ψυκτική μονάδα) 2. κίνδυνος επεμβάσεων στην κεντρική ψυκτική μονάδα από μη εξουσιοδοτημένα άτομα.

1.3 Τεχνικές μελετης

Στη μελέτη της εγκατάστασης πρέπει να ληφθούν υπόψη μερικές βασικές τεχνικές που είναι ικανές να εξασφαλίσουν την ομαλή λειτουργία, ακόμη και όταν υπάρχουν μεταβολές των συνθηκών εκκίνησης.

Σαν γενικός κανόνας, ο χώρος των υπολογιστών πρέπει να σφραγίζεται από τους γύρω χώρους. Σαν *σφράγισμα* εννοείται η εφαρμογή κατάλληλων φραγμάτων υδρατμού στους τοίχους και την οροφή, ή ψευδοροφή, έτσι ώστε να εμποδίζεται στον υδρατμό να διαφύγει από το χώρο το χειμώνα και να διεισδύσει το καλοκαίρι.

Όλες οι οπές διέλευσης των καλωδίων, προς τους παρακείμενους χώρους, πρέπει επίσης να σφραγίζονται. Με αυτές τις τεχνικές επιτυγχάνεται όχι μόνο ο απαραίτητος

έλεγχος των θερμοϋγραμετρικών συνθηκών στο χώρο, αλλά κι η αισθητή μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και του σχετικού κόστους για ύγρανση και αφύγρανση.

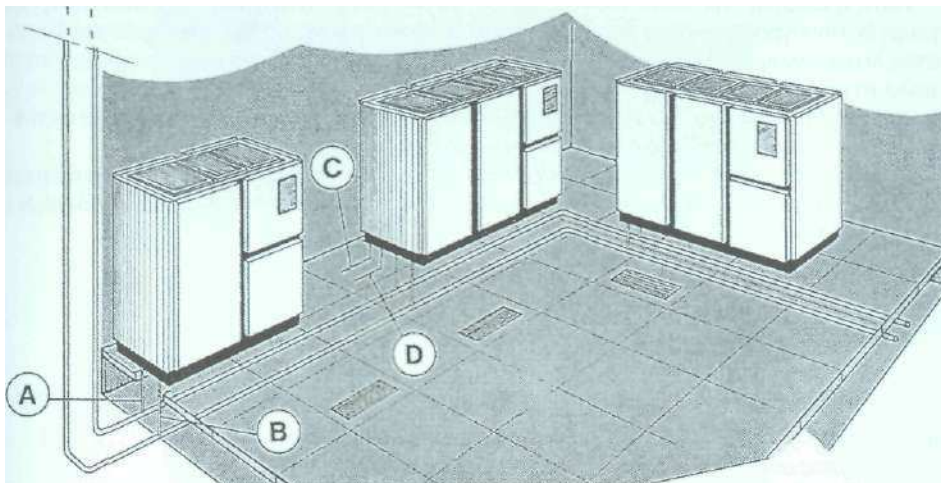
Τα κέντρα υπολογιστών υπόκεινται σε συχνές αλλαγές, επεκτάσεις, αυξήσεις ισχύος από την προσθήκη νέου hardware κλπ.

Τα μηχανήματα ψύξης επεξεργασίας πρέπει να επιλέγονται λαμβάνοντας υπόψη, στα όρια του δυνατού, αυτές τις πιθανότητες.

Η επιλογή των μηχανημάτων πρέπει να γίνεται με τρόπον ώστε να διατηρείται το απαραίτητο πλεόνασμα της εγκατάστασης, ακόμη και όταν προστίθεται νέο hardware του οποίου η συμβολή θερμότητας είναι ίση με το 10-15% της συνολικής.

Αυξήσεις ισχύος αυτής της τάξης πρέπει να ελέγχονται από τις υπάρχουσες μονάδες ψύξης, χωρίς να απαιτείται ενίσχυση της εγκατάστασης.

Είναι περιττό να υπενθυμίσουμε ότι μία αύξηση ισχύος του hardware, που δεν αντισταθμίζεται



Εικ. 1.3 - Σχεδιάγραμμα σύνδεσης μιας μονάδας κλιματισμού με ψυχρό νερό. A και B είναι οι παροχές εισόδου και εξόδου του ψυχρού νερού, C είναι η τροφοδοσία νερού του υγραντή και D είναι η εκκένωση της υγρασίας. Η διανομή του αέρα γίνεται από κάτω μέσα από υπερυψωμένο δάπεδο.

ικανοποιητικά από το σύστημα ψύξης, προκαλεί με το χρόνο μια αύξηση τη θερμοκρασίας περιβάλλοντος και μια μείωση της σχετικής υγρασίας. Η μονάδα ψύξης αναγκάζεται να εργάζεται με πλήρες φορτίο για το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου και ο υγραντής δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις.

Η θέση του θερμοστάτη είναι επίσης σημαντική. Σε μερικές εγκαταστάσεις ο θερμοστάτης είναι τοποθετημένος στον τοίχο. Η κοντινή παρουσία hardware μπορεί να παραποιήσει τη μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Για το λόγο αυτό ο θερμοστάτης θα απαιτήσει μια πιο παρατεταμένη ψύξη, με υπερβολική μείωση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Η παρουσία θερμών και ψυχρών περιοχών μπορεί να διαπιστωθεί μόνο εκ των υστέρων, όταν το κέντρο είναι σε λειτουργία.

Όχι σπάνια η παρουσία αυτή οφείλεται σε αλλαγές, της διάταξης των επίπλων και του hardware σε σχέση με την αρχική μελέτη.

Το μειονέκτημα μπορεί να διορθωθεί στις εγκαταστάσεις με διανομή του αέρα από το δάπεδο αλλάζοντας θέση στις γρίλιες.

Η απλή αλλαγή θέσης *ανάμεσα* σε τυφλά πάνελ και σε γρίλιες επιτρέπει την επίτευξη ομοιόμορφης θερμοκρασίας του αέρα στο διάφορα σημεία του χώρου.

Μία άλλη μέθοδος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη συνιστάται στην πρόβλεψη της εγκατάστασης για λειτουργία με σταθερή συμπύκνωση, στην τιμή που συνιστάται από τον κατασκευαστή. Θα φαινόταν εκ πρώτης όψεως λογικό να μειωθεί, για να μειωθεί το κόστος λειτουργίας και να αυξηθεί η ισχύς της εγκατάστασης. Στην πραγματικότητα, ενώ η ωφέλιμη ψυκτική ισχύς θα αυξανόταν λίγο μόνο, θα υπήρχε μια υπερβολική αύξηση της λανθάνουσας ψυκτικής ισχύος (δηλαδή θα αυξανόταν υπερβολικά η αφαίρεση υγρασίας από τον αέρα). Αυτή η αύξηση της λανθάνουσας ισχύος θα ανάγκαζε σε μία πιο παρατεταμένη λειτουργία τον υγραντή για να αποκατασταθεί η ποσότητα νερού που αφαιρέθηκε. Το κόστος λειτουργίας εξαιτίας της παρατεταμένης λειτουργίας του υγραντή υπερβαίνει κατά πολύ τη μικρή εξοικονόμηση που προκαλεί η αύξηση της ωφέλιμης ψυκτικής ισχύος.

Και αυτή επίσης είναι μία τυπική συνθήκη του χώρου των υπολογιστών, σχεδόν αντίθετη με τις απαιτήσεις των εγκαταστάσεων κλιματισμού άνεσης.

Η ανάπτυξη των διαφόρων λειτουργιών της ψυκτικής μονάδας, για μία εγκατάσταση μοντέλο, μπορεί να αναλυθεί από άποψη χρόνων (σαν ποσοστό του συνολικού χρόνου λειτουργίας) στον πίνακα 1.3.

1.4 Μονάδες ψύξης επεξεργασίας

Οι μονάδες που συνήθως διατίθενται στην αγορά ανήκουν στις εξής βασικές κατηγορίες:

α) αυτόνομες μονάδες. (Βλέπε εικόνα 1.4).

-ψύξη του συμπυκνωτή με νερό

-ψύξη με διάλυμα γλυκόλης

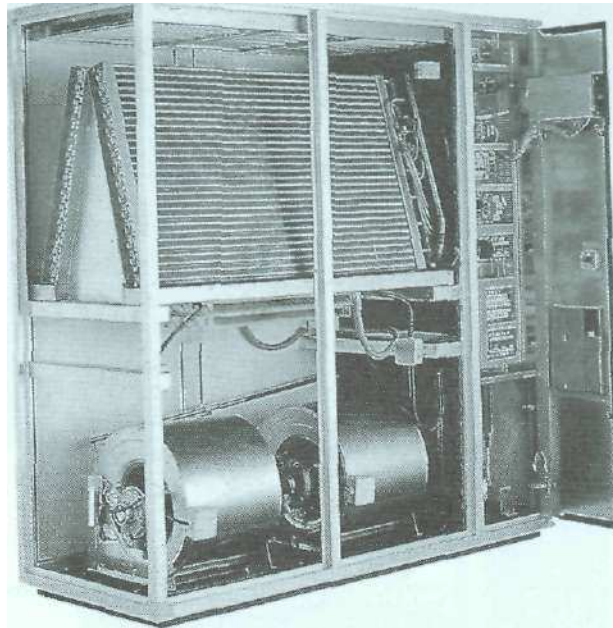
-χωρίς συμπυκνωτή, για σύνδεση με χωριστό αερόψυκτο συμπυκνωτή.

β) μονάδες που αποτελούνται ουσιαστικά από μονάδα ψύξης με ψυχρό νερό, ανεμιστήρες και φίλτρα. (Βλέπε εικόνα 1.5).

Και οι δύο αυτοί τύποι μηχανημάτων προβλέπονται για την εγκατάσταση στο χώρο των υπολογιστών. Οι κατασκευαστές τείνουν να κατασκευάσουν τους δύο τύπους μηχανημάτων

Πίνακας 1.3 - Χρόνοι εκτέλεσης των λειτουργιών της μονάδας ψύξης σε % του χρόνου λειτουργίας του υπολογιστή.

Λειτουργίες	Τυπική εγκατάσταση	Συμπιεστής	Ανεμιστήρα χώρου (1)	Θερμαντής	Υγραντής	Εξωτερικός ανεμιστήρας (2)	Αντλία (3)
Ψύξη	50	50	50	0	0	50	50
Αφύγρανση + αναθέρμανση	20	20	20	20	0	20	20
Αφύγρανση	20	20	20	0	0	20	20
Θέρμανση.+ +ύγρανση	5	0	5	5	5	0	0
Ψύξη + ύγρανση	5	5	5	0	5	5	5
Σύνολο	100	95	100	25	10	95	95



Εικ. 1.4 - Αυτόνομη μονάδα μεσαίας-μεγάλης ισχύος για τον κλιματισμό κέντρων υπολογιστών. Η παροχή του αέρα γίνεται προς κάτω. Η μονάδα ψύξης έχει σχήμα "A".

των, και τις παραλλαγές τους, με την ίδια βασική διάταξη, ακόμη και όσον αφορά τις διαστάσεις και την αισθητική πλευρά.

Για **μικρά κέντρα υπολογιστών** έχουν αναπτυχθεί συμπαγείς μονάδες ψύξης, με παροχή του αέρα προς τα πάνω(άμεση), ή προς τα κάτω(από το υπερυψωμένο δάπεδο). (Βλέπε εικόνα 1.6). Αυτές οι μονάδες καλύπτουν ένα πεδίο από 8 έως 25 kW και κατασκευάζονται σε αυτόνομα μοντέλα (με χωριστό υδρόψυκτο ή αερόψυκτο συμπυκνωτή), καθώς και σε μοντέλο για λειτουργία με ψυχρό νερό.

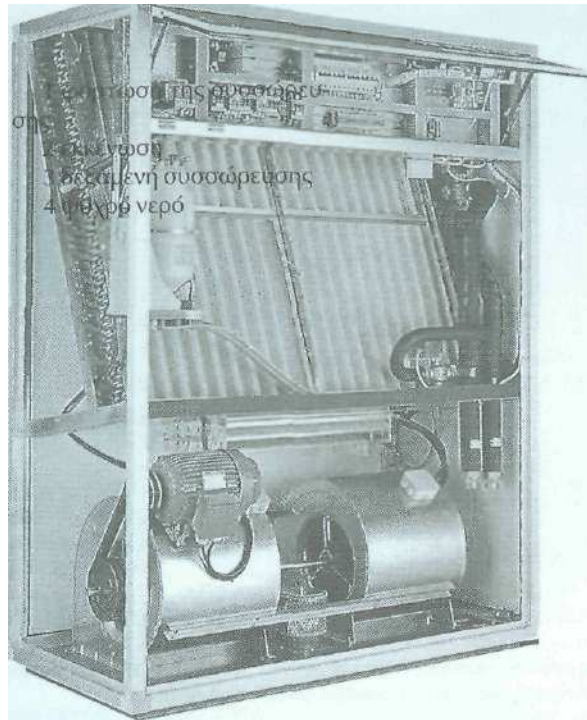
Ένας ειδικός τύπος μονάδας ψύξης είναι εκείνος που προορίζεται για τα γραφεία με υπολογιστές όπου πρέπει να εξασφαλιστεί ταυτόχρονα η εύρυθμη λειτουργία του μηχανήματος και η άνεση των ατόμων. Οι συνθήκες που απαιτούνται από τους personal computers, τους μικρούς εκτυπωτές κλπ. είναι λιγότερο αυστηρές από εκείνες που επιβάλλονται για τα μηχανήματα μεγαλύτερης υπολογιστικής ισχύος των μηχανογραφικών κέντρων.

Οι μονάδες ψύξης που έχουν αναπτυχθεί για εφαρμογές σε γραφεία με υπολογιστές είναι επομένως μία μέση λύση, από_πλευράς χαρακτηριστικών, ανάμεσα σε εκείνες που χρησιμοποιούνται για την άνεση και εκείνες των κέντρων υπολογιστών.

Η κατασκευαστική διάταξη είναι αυτόνομου τύπου. (Βλέπε εικόνα 1.7).

Χωρίς να θέλουμε να κάνουμε μία λεπτομερή ανάλυση των τεχνολογικών λύσεων που εφαρμόζονται, είναι χρήσιμο να τονίσουμε τις πιο σημαντικές πλευρές που έχουν

κοινή αποδοχή για τις μονάδες που προορίζονται για κέντρα υπολογιστών.



Εικ. 1.5 -Συσκευή κλιματισμού με μονάδα ψυχρού νερού και παροχή του αέρα προς τα κάτω.

Ψυκτικό κύκλωμα. Συνήθως, αποτελείται από ένα ή δύο ανεξάρτητα ψυκτικά κυκλώματα. Δύο κυκλώματα επιτρέπουν την επίτευξη του ελέγχου της ψυκτικής ικανότητας και το αναγκαίο πλεόνασμα όταν περισσότερα μηχανήματα λειτουργούν καθένα με ένα μόνο κύκλωμα. Στις υδρόψυκτες μονάδες, ή με διαλύματα γλυκόλης, κάθε κύκλωμα αποτελείται από ένα συμπιεστή (ερμητικού ή ημιερμητικού τύπου), ένα συμπυκνωτή και ένα τμήμα της μονάδας εξάτμισης άμεσης εκτόνωσης.

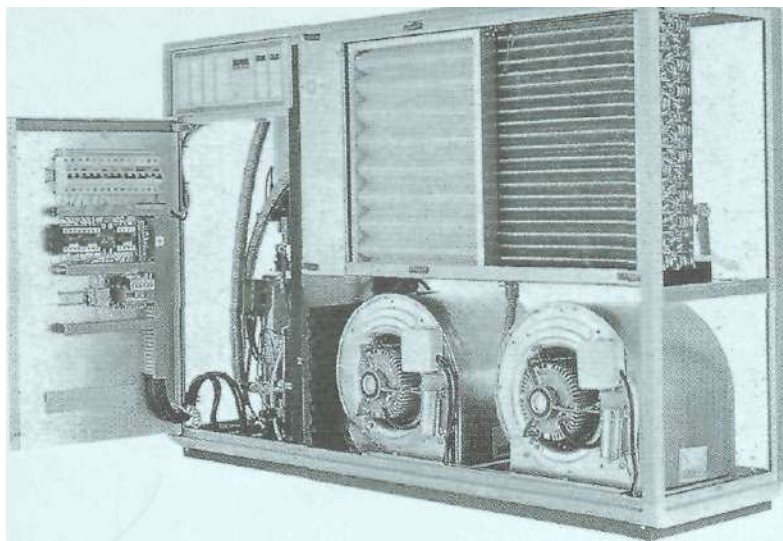
Το τελευταίο έχει συχνά σχήμα A, έτσι ώστε να μειώνεται το αποτέλεσμα της αφύγρανσης και, επομένως, η απαίτηση ύγρανσης. Επιτρέπει τη μείωση της μετωπικής ταχύτητας του αέρα και συνεπώς της αναταραχής και του θορύβου. (Βλέπε εικόνα 1.4).

Εφαρμόζονται τα κοινά συστήματα ελέγχου άμεσης εκτόνωσης (βαλβίδες θερμοστατικής εκτόνωσης, πιεζοστάτες υψηλής και χαμηλής πίεσης, φίλτρα αφύγρανσης του ψυκτικού υγρού κλπ.). Προαιρετικά μπορεί να προστεθεί ένα σύστημα

αναθέρμανσης που χρησιμοποιεί το θερμό αέριο που προέρχεται από το συμπιεστή.

Οι μονάδες που ψύχονται με γλυκόλη μπορεί να περιέχουν αντλίες του διαλύματος και βαλβίδες ρύθμισης που ελέγχονται από την πίεση συμπύκνωσης.

Ανεμιστήρες. Είναι συνήθως σε θέση αναρρόφησης, σε σχέση με τη μονάδα, τοποθετημένοι στο κάτω μέρος του μηχανήματος για διανομή του αέρα από κάτω, αν και δεν λει-



Εικ. 1.6 - Συμπαγής μονάδα κλιματισμού, μειωμένου ύψους, με παροχή του αέρα προς τα κάτω.

πουν ικανοποιητικές λύσεις με τους ανεμιστήρες στο πάνω μέρος της μονάδας (για παροχή του αέρα από επάνω). Φυγοκεντρικού τύπου, με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός, και διπλή αναρρόφηση, είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τον κινητήρα μέσω δύο χωριστών ιμάντων, για λόγους ασφαλείας.

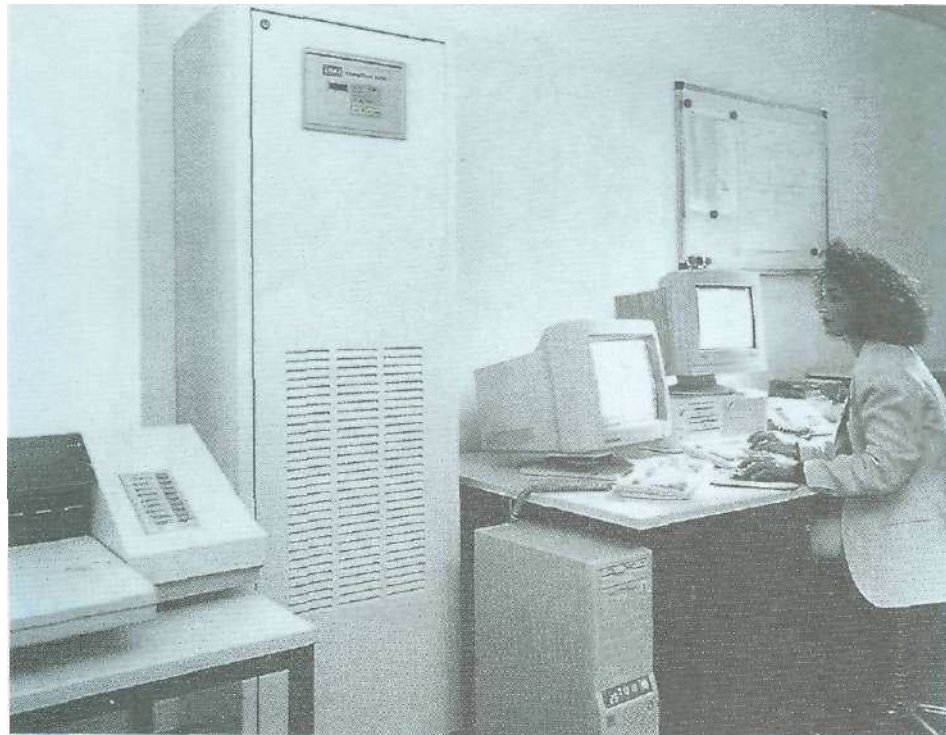
Υγραντές. Οι τύποι συνηθέστερης εφαρμογής είναι με υπέρυθρη ακτινοβολία, με ατμό και με εξατμιστική δέσμη. Ο πρώτος τύπος αποτελείται από λαμπτήρες quartz υψηλής έντασης, που είναι τοποθετημένοι πάνω από τη στάθμη του νερού στη λεκάνη. Δημιουργούν μία έντονη και σύντομη εξάτμιση (διαρκείας 5-6 δευτερολέπτων) χωρίς προβλήματα εναπόθεσης αλάτων από τα ηλεκτρόδια κλπ.

Ο δεύτερος τύπος χρησιμοποιεί ένα αυτόνομο σύστημα παραγωγής ατμού, που βασίζεται στο γνωστό σύστημα των ηλεκτροδίων, που είναι τοποθετημένο στο εσωτερικό

ενός κυλίνδρου που περιέχει το νερό που θα εξατμιστεί. Η διέλευση ρεύματος από τα ηλεκτρόδια που είναι εμβαπτισμένα στο νερό ανεβάζει τη θερμοκρασία του νερού μέχρι το σημείο βρασμού και επιτρέπει το σχηματισμό ατμού. Στο σύστημα εξατμιστικής δέσμης το θερμό νερό (σε 60° C) διανέμεται σε μία ειδική εξατμιστική δέσμη, μέσα από την οποία περνά ο αέρας. Στην πορεία του ο αέρας περισυλλέγει την απαραίτητη ποσότητα υγρασίας.

Και τα τρία συστήματα εξασφαλίζουν τη διανομή καθαρού υδρατμού, χωρίς καθόλου στερεά σωματίδια. Παρουσιάζουν καλή αξιοπιστία και ελαστικότητα ρύθμισης. Αυτό που μεταβάλλεται είναι το μέγεθος της απαραίτητης συντήρησης που επηρεάζεται από τις συνθήκες λειτουργίας, από τα χαρακτηριστικά του διαθέσιμου νερού κλπ.

Φίλτρα αέρα. Οι προδιαγραφές ASHRAE απαιτούν φίλτρα με ελάχιστη απόδοση φιλτραρίσματος 45% (Std. 52-76 με μέτρηση της αδιαφάνειας).



Εικ. 1.7 - Αυτόνομη μονάδα κλιματισμού για γραφεία με υπολογιστές. Η παροχή του αέρα γίνεται από πάνω.

Συχνά οι κατασκευαστές δίνουν την δυνατότητα εγκατάστασης φίλτρων με υψηλότερες αποδόσεις (έως 60-70%). Τα φίλτρα που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι από λεπτές ίνες φάιμπεγκλας και πυκνές πτυχώσεις. Παρέχουν μια καλή ικανότητα συσσώρευσης σκόνης και μειωμένες πτώσεις πίεσης. Έχουν πάχος 100 mm περίπου και συνήθως εγκαθίστανται στο πάνω μέρος της συσκευής, απ' ευθείας στην αναρρόφηση του αέρα.

Κύκλωμα ελέγχου. Είναι εξ' ολοκλήρου ηλεκτρονικό, με μικροεπεξεργαστές, και προβλέπεται για να εξασφαλίζει την ακρίβεια και την αξιοπιστία της λειτουργίας. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να διατηρείται με μια ακρίβεια 1 °C ή και λιγότερο και η σχετική υγρασία με 2,5%. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται θερίστορς για τον έλεγχο της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και αισθητήρες που χρησιμοποιούν ειδικά υγροσκοπικά διαλύματα για τη σχετική υγρασία.

Το κύκλωμα ελέγχου επιβλέπει όλους τους κύκλους λειτουργίας της συσκευής: ψύξη με αφύγρανση, απλή αφύγρανση, ύγρανση, αερισμό, θέρμανση.

Ακόμη προσαρμόζει με ακρίβεια την ψυκτική και θερμική ικανότητα του μηχανήματος τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος. Ειδικές οθόνες παρουσιάζουν συνεχώς τον τρόπο λειτουργίας. Συστήματα ελέγχου και συναγερμού προειδοποιούν για τυχόν ανωμαλίες της λειτουργίας ή για την ανάγκη συντήρησης.

Γενικώς, οι κατασκευαστές προσφέρουν προαιρετικό ένα μεγάλο πακέτο συστημάτων ελέγχου και συναγερμού. Ανιχνευτές καπνού και φλόγας προκαλούν σταμάτημα του μηχανήματος και την ενεργοποίηση των συστημάτων συναγερμού.

Συνήθως προσφέρονται και πλαίσια στα οποία είναι συγκεντρωμένες οι ενδείξεις των βασικών συνθηκών περιβάλλοντος και λειτουργίας (π.χ. υπερβολικό υψηλή ή υπερβολικά χαμηλή θερμοκρασία και υγρασία περιβάλλοντος, έλλειψη ροής αέρα, φίλτρα αέρα βουλωμένα, υπερβολικά υψηλή θερμοκρασία συμπύκνωσης κλπ.). Επιτυγχάνεται έτσι ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας στη λειτουργία της εγκατάστασης.

Κεφάλαιο 2

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων στα θέατρα

Τα θέατρα διαφέρουν σημαντικά, όσον αφορά τη δομική πλευρά αλλά και τη χρήση, από τα συνήθη κτίρια για οικιακή και εμπορική χρήση. Οι απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας του αέρα για το κοινό, τους ηθοποιούς, τους μουσικούς κλπ. δημιουργούν μια σειρά από προβλήματα που είναι δύσκολο να επιλυθούν. Επιπρόσθετα, τα ακουστικά χαρακτηριστικά πρέπει να είναι τα ενδεδειγμένα για τον τύπο των προβλεπόμενων εκδηλώσεων (ορχηστρική μουσική, όπερα, ευκρίνεια της ομιλίας). Η ακουστική είναι δεσμευτική για όλες τις τεχνικές εγκαταστάσεις που υπάρχουν στο κτίριο. Σε καμία άλλη περίπτωση οι τεχνικές απαιτήσεις δεν είναι τόσο πιεστικές όσο στους θεατρικούς χώρους.

Το θέατρο συνιστάται από διάφορους χώρους, ανάλογα με τις διαστάσεις, τους σκοπούς και την προβλεπόμενη χρήση. Οι συνηθέστεροι χώροι που το αποτελούν είναι οι εξής :

- κύρια αίθουσα για το κοινό που μπορεί να έχει διάφορα επίπεδα (πλατεία, εξώστες, θε-
ωρεία). Πολλά είναι, επίσης, τα πιθανά οχήματα της αίθουσας: παραλληλόγραμμα, σε σχήμα πέταλου, καμπυλόγραμμα, ακανόνιστα
- σκηνή και παρασκήνια, πιθανόν χώρος για ορχήστρα
- προθάλαμος και φουαγιέ με μπαρ ή κοκτέιλ μπαρ
- πλευρικοί διάδρομοι εισόδου στην κυρίως αίθουσα
- *διάδρομοι και σκάλες πρόσβασης στην πλατεία ή τους εξώστες*
- τουαλέτες
- γραφεία
- *προσβάσεις φόρτωσης και εκφόρτωσης σκηνικών*
- *καμαρίνια για μακιγιάζ και αλλαγή κουστουμιών*

- αποθήκες
- μηχανοστάσιο.

Η χρήση των θεάτρων παρουσιάζει δικά της χαρακτηριστικά που δεν συναντάμε αλλού. Τα πιο κοινά είναι:

- διάταξη σε διάφορα επίπεδα των θέσεων του κοινού, με ύψη που μπορεί να είναι και μεγάλα

- μεγάλοι όγκοι ανά μονάδα επιφανείας: από 4 έως 14m² ανά θέση

- μεγάλος συνωστισμός ατόμων: 0,1-1 άτομα/m² στην κύρια αίθουσα, 1,4-2 άτομα/m²

στους βοηθητικούς χώρους έως 0,5 άτομα/m² στον προθάλαμο κατά τη διάρκεια των διαλειμάτων

- παραστάσεις που σπάνια γίνονται περισσότερο από μία φορά την ημέρα και γενικά με

Πίνακας 2.1 - Κυριότερες αίθουσες συναυλιών στον κόσμο.

Όνομα, τοποθεσία και έτος κατασκευής	Σχήμα της αίθουσας*	Αριθμός μν	Όγκος ανά θεοί (εση)
1 Grande Salle de Concerts, Paris, 1963	F	937	12,8
2 Konserttisali, Turku, Finland, 1953	F	1002	9,6
3 Salle Musica, la Chaux-de-Fonds, Switzerland,	R	1032	6,6
4 Radiohuset, Studio 1, Copenhagen, 1945	F	1093	10,9
5 Herkulesaal, Munich, 1953	R	1200	11,7
6 Konzertsaal, Musikhochschulc, Berlin, 1954	R	1340	7,2
7 Konserthus, Goteberg, Sweden, 1935	F	1371	8,7
8 Beethovenhalle, Bonn, 1959	1	1407	11,2
9 Kulttuuritalo, Helsinki, 1957	F	1500	6,7
10 Grosser Tonhallsaal, Zurich, 1895	R	1546	7,4
11 Grosser Musikvereinssaal, Vienna, 1870	R	1680	8,9
12 Tivoli Koncertsal, Copenhagen, 1956	F	1789	7,1
13 Concert Hall, Chiba, Japan. 1965	I	1800	7,8
14 Severance Hall, Cleveland, Ohio, 1930	H	1890	8,2
15 Philharmonic Hall, Liverpool, England, 1939	F	1955	6,9
16 Liederhalle, Gosser Saal, Stuttgart, 1956	1	2000	8,1

- παραλληλόγραμμο F = σε σχήμα βεντάλιας H = σε σχήμα πέταλου C = καμπυλόγραμμο I = ακανόνιστο

- διάρκεια όχι μεγαλύτερη 2-3 ωρών
- μη συνεχής χρήση κατά τη διάρκεια του έτους. Συνήθως η Θεατρική περίοδος εκτυλίσσεται ανάμεσα στο φθινόπωρο και την άνοιξη
 - ημερήσια χρήση της σκηνής και των παρασκηνίων για πρόβες
 - επίσημη ενδυμασία του κοινού: σακάκι και γραβάτα για τους άνδρες και φόρεμα για τις
- κυρίες με τιμές C_{10} που κυμαίνονται από 0,2 έως 0,7
- θερμοκρασία άνεσης σχεδόν αμετάβλητη για θερινή και χειμερινή λειτουργία, που κυμαίνεται από 22,8 έως 23,5 °C
- Στους πίνακες 2.1 και 2.2 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των κυρίων αιθουσών συναυλιών και όπερας στον κόσμο, με τον αριθμό των θέσεων, το σχήμα της αίθουσας και ο

Πίνακας 2.2 - Κυριότερα θέατρα όπερας στον κόσμο.

Όνομα, τοποθεσία και έτος Κατασκευής	Σχήμα της αίθουσας*	Αριθμός θέσεων καθήμενων (+θεωρεία)	Όγκος ανά θέση (m ³ /θέση)
1 Opernhaus, Cologne, 1957	F	1346	6,4
2 Staatsoper, Berlin, 1742, 1954	H	1488	4,7
3 Staatsoper, Hamburg, 1955	F	1650	5,9
4 Staatsoper, Vienna, 1869, 1955	H	1658 (+560)	5,5
5 Staatsoper, Leipzig, 1960	F	1700	5,7
6 Festspielhaus, Bayreuth, 1876	F	1800	5,7
7 Theatre National de France, Paris, 1875	H	2131 (+200)	4,5
8 Royal Opera House, Covent Garden, London, 1858	H	2180 (+ 58)	5,6
9 Teatro Alia Scala, Milano, 1778	H	2289 (+ 400)	4,5
10 Teatro Colon, Buenos Aires, 1908	H	2487 (+ 600)	7,4
11 War Memorial Opera House, Francisco, 1932	F	3252 (+ 300)	6,1
12 New Metropolitan Opera House, New York, 1966	F	3788	7,1
13 State Opera, Munich	H	2100 (+300)	6,0

R = παραλληλόγραμμα F = σε σχήμα βεντάλιας H ~ σε σχήμα πέταλου C = καμπυλόγραμμα I = ακανόνιστο

Πίνακας 2.3 - Συνθήκες μελέτης για τα θέατρα.

Θερινή-χειμερινή θερμοκρασία περιβάλλοντος	22,5-24 °C ξηρού βολβού
Θερινή-χειμερινή σχετική υγρασία	40-50 %
Ταχύτητα του αέρα	0,13-0,15 m/s
Παροχή εξωτερικού αέρα αερισμού	8-10 L/s ανά άτομο
Ηχητική στάθμη της εγκατάστασης ειτουργία και με άδεια αίθουσα	RC 20-25 (N) συνιστώμενη NC 20-35 αποδεκτή
Επίπεδο του μεταβολισμού των ατόμων	1 Met
Παραγωγή σωματικής θερμότητας ολική ωφέλιμη	100-110 70-80Watt
Ενδυμασία, μόνωση	0,2-0,7 Clo

διαθέσιμος αριθμός κυβικών μέτρων ανά θέση καθημένου. Στον πίνακα 2.3 αναφέρονται μερικά βασικά δεδομένα μελέτης όσον αφορά τη θερμοϋγρομετρική άνεση και τις ακουστικές στάθμες που χαρακτηρίζουν τις θεατρικές αίθουσες.

Τα θερμικά φορτία στην κύρια αίθουσα είναι κυρίως λανθάνουσας φύσης, και αποτελούνται κατά το μεγαλύτερο μέρος από τα άτομα και από τον εξωτερικό αέρα ανανέωσης. Αυτό επιφέρει το τυπικό χαρακτηριστικό των θεατρικών χώρων που είναι ο χαμηλός θερμικός συντελεστής, που είναι ίσος ή μικρότερος από 0,75. Γενικά λαμβάνεται ένα επίπεδο μεταβολισμού των ατόμων περίπου 1 Met, στο οποίο αντιστοιχεί μ'ια τιμή συνολικού θερμικού φορτίου 100-110 watt κατ'άτομο, με ένα μέρος ωφέλιμου φορτίου 70-80 WATT περίπου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 23,5 °C ξηρού βολβού.

Σύμφωνα με το πρότυπο ASHRAE 62-1989 οι τιμές του εξωτερικού αέρα

αερισμού πρέπει να κυμαίνονται από 8 έως 10 L/s ανά άτομο. Επειδή το φορτίο αερισμού αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του συνόλου είναι συχνά σκόπιμο να διατηρείται η κυρία αίθουσα σε ελαφρά υπερπίεση σε σχέση με τους βοηθητικούς χώρους, αν αυτό δεν δημιουργεί προβλήματα γι'αυτούς. Η ωφέλιμη θερμότητα που οφείλεται στο φωτισμό δεν συμβάλλει κατά τρόπο ουσιαστικό στη συνολική θερμότητα της ζώνης των θεατών. Το αποτέλεσμα της ακτινοβολίας είναι 50% για τους λαμπτήρες φθορισμού και 65% για τους λαμπτήρες πυράκτωσης ή ατμού υδράργυρου. Το φορτίο ακτινοβολίας που οφείλεται στην οροφή και τους τοίχους είναι επίσης μειωμένο, 33% περίπου, μιας και οι ώρες χρήσης του θεάτρου σπάνια συμπίπτουν με τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία και τη μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία. Στη μικρή συμβολή του φορτίου ακτινοβολίας συμβάλλει και το είδος της κατασκευής από βαριά υλικά για τα κτίρια εποχής και από αδιαφανείς πλάκες για τα μοντέρνα κτίρια. Το θερμικό φορτίο καθορίζεται λοιπόν με βάση τον αριθμό των παρευρισκομένων και την απαραίτητη παροχή αερισμού με εξωτερικό αέρα, και με αναφορά στις εξωτερικές και εσωτερικές συνθήκες της μελέτης. Γενικά η θερμοκρασία περιβάλλοντος της μελέτης θα πρέπει να παρουσιάζει ελαφριές μόνο μεταβολές ανάμεσα στη θερινή και χειμερινή χρήση. Επειδή το μεγαλύτερο μέρος των θεατρικών αιθουσών έχει οροφές μεγάλου ύψους μπορεί να δημιουργηθεί διαστρωμάτωση του θερμού αέρα, που, το χειμώνα, απαιτεί μεγαλύτερη ισχύ θέρμανσης κυρίως τις περιόδους ελάχιστης κατάληψης. Αντίθετα, το καλοκαίρι, η διαστρωμάτωση μπορεί να συμβάλλει στη μείωση του φορτίου της εγκατάστασης κλιματισμού. Η σκηνή αποτελεί πάντα την πιο δύσκολη περιοχή προς κλιματισμό.

Αυτή προσβάλλεται από φορτία ακτινοβολίας που οφείλονται στο φωτισμό που μπορεί να φθάσουν πολύ υψηλή ένταση, πάνω ακόμη και από 1000W/m² για να επιτευχθεί το επίπεδο φωτισμού των 1600 lux που απαιτείται για τις έγχρωμες τηλεοπτικές λήψεις.

Ένα πρόβλημα παρουσιάζεται από τη δυσκολία της διανομής των αναγκαίων παροχών αέρα καθώς η ποικιλία των σκηνικών και τα ελαφριά διακοσμητικά υλικά μπορεί να μετακινηθούν από τη ροή του αέρα.

Εκτός από αυτό, ηθοποιοί, μουσικοί και τραγουδιστές υπόκεινται σε μι'α έντονη συνθήκη θερμικής ανισορροπίας που οφείλεται στα φορτία ακτινοβολίας του φωτισμού που είναι δύσκολο να αντισταθμιστούν.

2.1 Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού

Η ευρύτητα των χώρων και η αναγκαιότητα μεγάλων παροχών αέρα αερισμού κάνει σχεδόν υποχρεωτική την επιλογή συστημάτων αποκλειστικά με αέρα. Χρησιμοποιούνται συνήθως χωριστές μονάδες επεξεργασίας για κάθε ζώνη. Στα κτίρια μεγάλων διαστάσεων προβλέπονται χωριστές ζώνες για τους προθάλαμους της εισόδου και τους πλευρικούς διαδρόμους που αναπτύσσονται γύρω από την αίθουσα. Ο χαρακτηριστικός χαμηλός θερμικός συντελεστής της αίθουσας των θεατών μπορεί να καταστήσει αναγκαία τη χρήση συστημάτων αναθέρμανσης για να διατηρηθεί η σχετική υγρασία σε μία ικανοποιητικά μειωμένη τιμή κατά τις περιόδους της μέγιστης κατάληψης.

Για το σκοπό αυτό συνήθως χρησιμοποιείται θερμό νερό ανακύκλωσης από τους συμπυκνωτές (στην περίπτωση υδροψυκτων ψυκτικών μονάδων) ή μπορεί να δημιουργηθεί μια παράκαμψη του θερμού ψυκτικού αερίου από την κατάθλιψη των συμπιεστών. Άλλες τεχνικές επέμβασης συνίστανται σε μία μερική παράκαμψη της μονάδας ψύξης εκ μέρους του προς επεξεργασία αέρα. Συνιστάται το φιλτράρισμα του αέρα με υψηλά επίπεδα φιλτραρίσματος, ειδικά στους χώρους εκείνους που το εσωτερικό τους είναι ιδιαίτερα πολυτελές και μεγάλης αξίας. Αυτό συμβάλλει στον περιορισμό της αμαύρωσης και της διεύθυνσης σωματιδίων σκόνης μέσα σε υφάσματα, διακοσμήσεις κλπ μειώνοντας όχι μόνο τις εργασίες καθαρισμού αλλά κάνοντάς τες και λιγότερο καταστρεπτικές για υφάσματα και διακοσμήσεις. Η ASHRAE συνιστά γι'αυτούς τους χώρους ελάχιστη απόδοση φιλτραρίσματος 80% (αναφερόμενη στη μέθοδο μέτρησης της αδιαφάνειας σύμφωνα με το πρότυπο 52-76, που στη συνέχεια τροποποιήθηκε σε 52.1-1992).

Όσα αναφέρθηκαν έως τώρα έχουν σχέση φυσικά με τις αίθουσες θεάματος και με τους βασικούς χώρους που τις αφορούν (σκηνή και παρασκήνια, προθάλαμοι, φουαγιέ, διάδρομοι)- Αντίθετα, όλοι οι άλλοι χώροι (αίθουσες πρόβας, γραφεία, αποθήκες, καμαρίνια κλπ) πρέπει να διαθέτουν χωριστές εγκαταστάσεις που θα επιτρέπουν ανεξάρτητα χαρακτηριστικά κλιματισμού. Στις αίθουσες θεάματος εκτελείται συχνά μία πρόψυξη μερικές ώρες πριν την παράσταση, ούτως ώστε να επιτραπεί η συσσώρευση ψύχους μέσα στα δομικά στοιχεία. Η πρόψυξη ευνοεί την απορρόφηση ενός μέρους του μετέπειτα φορτίου αιχμής επιτρέποντας επομένως τη μείωση του μεγέθους του ψυκτικού μηχανήματος. Από άποψη άνεσης όμως αυτό το

σύστημα είναι συζητήσιμο. Το κοινό, πράγματι, αρχικά υποβάλλεται σε μία χαμηλότερη θερμοκρασία από εκείνη της άνεσης, με αίσθηση κρύου. Η θερμοκρασία θα ανυψωθεί με το γέμισμα της αίθουσας και την εξέλιξη της παράστασης. Αυτό το σύστημα μπορεί να συστηθεί για χώρους που χρησιμοποιούνται μόνο περιστασιακά στις πιο θερμές ώρες της ημέρας και όταν οι οικονομικές απαιτήσεις για μία ψυκτική εγκατάσταση που να είναι σε θέση να επεξεργαστεί το φορτίο αιχμής δεν είναι δικαιολογημένες.

Μια πιο ευνοϊκή εναλλακτική λύση αποτελείται από τις εγκαταστάσεις ψυκτικής συσσώρευσης μιας και η πορεία του θερμικού φορτίου των θεατρικών αιθουσών αναπτύσσεται σε μία χρονική περίοδο λίγων μόνο ωρών. Πρόκειται για μία μερική συσσώρευση, που μπορεί να φθάσει το 40-50% της αιχμής. Οι μέθοδοι αερισμού των αιθουσών θεάματος μπορούν να συμπεριληφθούν στις συστάσεις του πρότυπου ASHRAE 62-89 που αφορά τους χώρους περιοδικής κατάληψης. Αυτός ο κανόνας απαιτεί έναν προκαταβολικό αερισμό ως προς τη στιγμή εισόδου του κοινού που καθορίζεται ανάλογα με την παροχή εξωτερικού αέρα ανά άτομο καθώς και με τον αριθμό των κυβικών μέτρων χώρου επίσης ανά άτομο. Ο προκαταβολικός αερισμός επιτρέπει τον καθαρισμό των ρύπων που παράγονται στην αίθουσα από στοιχεία διακόσμησης, μπογιές, ταπετσαρίες κλπ.

2.2 Η διανομή του αέρα

Η βέλτιστη διανομή του αέρα, χωρίς ρεύματα και στάσιμες ζώνες, με ακουστικές στάθμες πολύ χαμηλές, είναι απαραίτητη σε μια αίθουσα θεάματος. Στο παρελθόν κατασκευάζονταν εγκαταστάσεις με οριζόντια διάχυση του αέρα από τα σκαλιά των αμφιθεατρικών αιθουσών, αλλά η τεχνολογία της εποχής δεν επέτρεπε ικανοποιητικά αποτελέσματα για την άνεση των θεατών και το σύστημα εγκαταλείφθηκε. Ακολούθησαν, και εφαρμόζονται ως τώρα, τα συστήματα με διανομή του αέρα από επάνω και αναρρόφηση κάτω από τα καθίσματα ή προς τα κάτω που ήταν ικανά να προσφέρουν αποδεκτά αποτελέσματα. Τα όρια αυτών των συστημάτων εξαρτώνται από τα κατασκευαστικά και λειτουργικά δεδομένα:

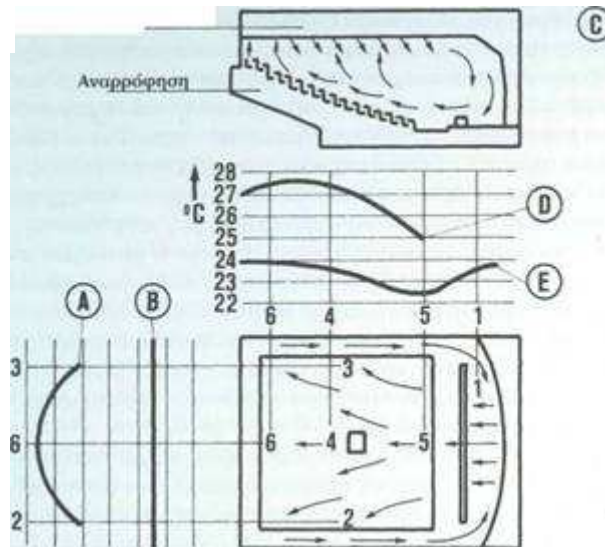
- *σχεδόν πάντα μεγάλο ύψος των αιθουσών που δημιουργεί φαινόμενα διαστρωμάτωσης του αέρα*

- *αναγκαιότητα, για το λόγο αυτό, αύξησης της ταχύτητας εκροής του αέρα και συνεπώς του παραγομένου θορύβου*

- πορεία του αέρα παροχής σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν της μάζας του θερμού αέρα που παράγεται από τους θεατές, και που κινείται προς τα πάνω λόγω των μεταφορικών κινήσεων, με κίνδυνο τη μη αποτελεσματική διανομή.

Πρόσφατες μελέτες φαίνεται να αποδεικνύουν ότι η παροχή του αέρα που κινείται από μεταφορικές κινήσεις από ένα καθισμένο και σε ανάπαυση άτομο είναι περίπου 35L/s (125m³/h) στην οποία αντιστοιχεί μία ταχύτητα φυσικής μεταφορικής ροής προς τα πάνω 0,14-0,17m/s στο ύψος του ατόμου. Η παροχή του αέρα από πάνω συγκρούεται επομένως με μία σημαντικού μεγέθους ροή αέρα, σχεδόν ομοιογενή, που έχει την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτό προκαλεί συχνά αστάθεια και ανομοιομορφία στη διανομή του ψυχρού αέρα.

Μια λύση για να αντιμετωπιστεί αυτό το φαινόμενο βρέθηκε, στο παρελθόν, τοποθετώντας τις γρίλιες αναρρόφησης χαμηλά ή ακόμη και κάτω από τα καθίσματα.



Εικ. 2.1 - Πορείες θερμοκρασιών που μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια δοκιμών μιας εγκατάστασης κλιματισμού με παροχή από πάνω σε μία αίθουσα συναυλιών του Πανεπιστημίου της Ρούρ στο Μπόχουμ. Στο κεντρικό και πίσω μέρος της αίθουσας δημιουργείται μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5-2 °C σε σχέση με τις πλευρικές σειρές θέσεων. Οι καμπύλες B και E αναφέρονται σε κενή αίθουσα με θερμοκρασία διοχετευόμενου αέρα 23,5 °C, ενώ αντίθετα οι καμπύλες A και D αναφέρονται σε κατειλημμένη κατά 90% αίθουσα με θερμοκρασία αέρα παροχής 18 °C.

Με τον τρόπο αυτό είναι εφικτός ο περιορισμός της εμβελείας του αέρα των στομιών αερισμού σε μία ορισμένη τιμή και η εκμετάλλευση του αποτελέσματος αναρρόφησης από τις γρίλιες για να ανακληθεί ο αέρας που διαφορετικά θα μπορούσε να μείνει στάσιμος. Η ταχύτητα του αέρα μέσα στις γρίλιες πρέπει να διατηρείται κάτω από 1,4m/s για να μην δημιουργηθεί θόρυβος και ρεύματα για τους θεατές που βρίσκονται κοντά. Πάντως, μια ορισμένη παροχή αέρα πρέπει πάντα να αποβάλλεται από πάνω, ή από το ύψος του εξώστη, για να αποφεύγεται η δημιουργία θυλάκων θερμού αέρα που, λόγω ακτινοβολίας, θα ήταν αιτία ενόχλησης για τα άτομα. Ακόμη όμως και με την αναρρόφηση από κάτω μπορεί να δημιουργηθεί αστάθεια στις ροές του αέρα παροχής και μη ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας ανάμεσα στις σειρές των θέσεων. Επιβεβαιώθηκε κατά τη διάρκεια δοκιμών ότι η μέγιστη θερμοκρασία τείνει να παράγεται στο κέντρο της πλατείας, με διαφορές ακόμη και +1,5 ή +2 °C από τις πλευρικές ή μπροστινές σειρές.

Υψηλές θερμοκρασίες δημιουργούνται και στις τελευταίες σειρές, στην περίπτωση θεάτρων με σκάλες ή σε αίθουσες συναυλιών. Στην εικόνα 2.1 αναφέρονται μετρήσεις θερμοκρασίας που έγιναν κατά τη διάρκεια δοκιμής διάφορων συστημάτων διάχυσης αέρα, χρησιμοποιώντας παροχή αέρα από επάνω, για μία αίθουσα συναυλιών του Πανεπιστημίου της Ρούρ, στο Μπόχουμ. Είναι εμφανείς οι αυξήσεις θερμοκρασίας που συναντιούνται στο κεντρικό και πίσω μέρος της αίθουσας. Γενικά τα κλασικά στόμια αερισμού, κυκλικά ή τετράγωνα, τείνουν να είναι θορυβώδη λόγω του όγκου των παροχών αέρα. Το πρόβλημα επιδεινώνεται από την παρουσία αεροφρακτών ρύθμισης (ιδίως μεγάλων διαστάσεων). ΑΥΤΑ τα στόμια αερισμού αντιμετωπίζονται σήμερα αρνητικά εκ μέρους αρχιτεκτόνων και σχεδιαστών λόγω των αισθητικών παραποιήσεων που προκαλούν. Καλύτερη συμπεριφορά, όσον αφορά τις ακουστικές επιδόσεις και την αρχιτεκτονική ένταξη, προσφέρεται, αντίθετα, από τα γραμμικά στόμια αερισμού. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν, και χρησιμοποιούνται ακόμα, ακροφύσια υψηλής επαγωγής για τη διανομή του αέρα. Πιο σύνθετα προβλήματα παρουσιάζονται για τη σκηνή: το φορτίο φωτισμού μπορεί να είναι ταυτόχρονα έντονο και μεταβλητό, τα σκηνικά είναι συχνά πολύπλοκα κι ευαίσθητα ενώ μπορούν να μεταβάλλονται από τη μία πράξη στην άλλη. Τέλος, οι ηθοποιοί αναπτύσσουν δραστηριότητα που απαιτεί προσπάθεια και μπορεί να υποστούν ισχυρές θερμικές ανισορροπίες. Ο αέρας παροχής θα πρέπει να διαχέεται από το πίσω μέρος της σκηνής, σε χαμηλό επίπεδο, και θα πρέπει να αναρροφάται προς τα πάνω με τρόπον ώστε να εξουδετερώνει, τουλάχιστον κατά ένα μέρος, το φωτισμό.

Με τον τρόπο αυτό το φορτίο που αντιπροσωπεύει μπορεί να εξουδετερωθεί κατά ένα 40-60%. Αυτό είναι πιο δύσκολο για τους προβολείς που είναι τοποθετημένοι απευθείας πάνω από τη σκηνή, ακριβώς λόγω της παρουσίας των σκηνικών και των μηχανημάτων σκηνή που εμποδίζουν τη διέλευση των καναλιών. Μία άλλη περιπλοκή, που ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι ο πιθανός κυματισμός υφασμάτων και ελαφρών σκηνικών όταν προβάλλονται από ροή αέρα ακόμη και χαμηλής ταχύτητας. Για τη σκηνή είναι επομένως επιτακτική η διανομή του αέρα σε ένα πολύ ευρύ μέτωπο με πολυάριθμα στοιχειά παροχής και αναρρόφησης, ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η ταχύτητα του αέρα. Τέλος, οι ζώνες φόρτωσης και εκφόρτωσης για τη μεταφορά των σκηνικών πρέπει να είναι εφοδιασμένες με εγκατάσταση θέρμανσης, γιατί τείνουν να παραμείνουν ανοικτές για μεγάλο διάστημα κατά τη διάρκεια του στησίματος των σκηνικών πριν από μία παράσταση.

Εντοπισμένη διάχυση του αέρα γύρω από ένα άτομο

Τα προηγούμενα χρόνια, κυρίως στη Γερμανία και τη Βόρεια Ευρώπη, τελειοποιήθηκαν τεχνολογίες που έχουν σαν στόχο καθαρά τους θεατρικούς χώρους για την επίτευξη της εντοπισμένης διάχυσης του αέρα γύρω από ένα άτομο, ξεπερνώντας τα προβλήματα που εντοπίστηκαν προηγουμένως, με πολύ περιορισμένη ακουστική στάθμη.

Οι πιο πρόσφατες λύσεις που εφαρμόζονται περισσότερο είναι κυρίως δύο:

- *στόμια αερισμού στα πόδια της πολυθρόνας*
- *στόμια αερισμού στην πλάτη της πολυθρόνας.*

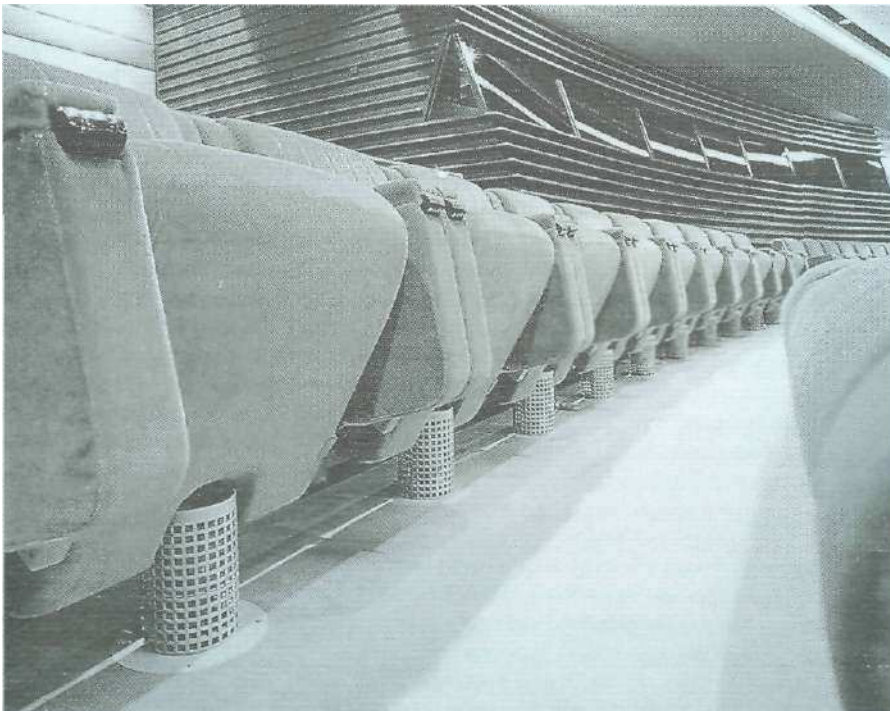
Αυτές συγγενεύουν λόγω της αρχής δημιουργίας ενός ατομικού μικροκλίματος γύρω από το στόμιο. Ακόμη, συνεχίζουν να εφαρμόζονται κλασικές λύσεις, με ειδικά στόμια τοποθετημένα κάτω από κάθε πολυθρόνα.

Διάχυση από τα πόδια της πολυθρόνα

Τα στόμια ποδιού πολυθρόνας δημιουργούν ήδη στο εσωτερικό τους την επαγωγή ανάμεσα σε αέρα παροχής και αέρα περιβάλλοντος. Διαχεέεται επομένως μόνο αναμειγμένος αέρας, αποκλείοντας τον κίνδυνο δημιουργίας εντοπισμένων ψυχρών ρευμάτων. Ο αέρας ρέει με μία θερμοκρασία μόλις κατά 2-3°C μικρότερη από τη

θερμοκρασία του περιβάλλοντος, με τρόπον ώστε να προληφθεί ο σχηματισμός ψυχρών ρευμάτων και κινούμενος από κάτω προς τα πάνω τυλίγει το θεατή. Η ονομαστική παροχή του σέρα κυμαίνεται από 11 έως 16,5L/s (40-60m³/h) και ανταποκρίνεται επομένως στις ελάχιστες απαιτήσεις αερισμού με εξωτερικό αέρα ανά άτομο που συνιστώνται από το πρότυπο ASHRAE 62-89. Το επίπεδο της ακουστικής ισχύος μπορεί να είναι μικρότερο από 25 dB(A). Εφόσον εγκατασταθούν σε θεατρικούς χώρους που, χαρακτηρίζονται από αισθητές τιμές ακουστικής απορρόφησης, αυτά τα στόμια επιτρέπουν την επίτευξη στην αίθουσα πολύ περιορισμένης ακουστικής στάθμης. Τα στόμια ποδιού πολυθρόνας λειτουργούν με μία διαφορά θερμοκρασίας που κυμαίνεται από - 5 έως - 7°C, συνεπώς για να επιτευχθεί στο περιβάλλον μι'α θερμοκρασία μελέτης 24°C, ο αέρας πρέπει να έχει θερμοκρασία που κυμαίνεται από 19 έως 17°C, ανάλογα με τη διαφορά που έχει επιλεγεί. Συνήθως η τιμή των 17-18°C αποτελεί το ελάχιστο συνιστώμενο όριο θερμοκρασίας του αέρα παροχής. Η τροφοδοσία αέρα στα στόμια γίνεται από κάτω, δημιουργώντας ένα θάλαμο συγκέντρωσης κάτω από το υπερυψωμένο δάπεδο. Για τις τιμές παροχής αέρα που αναφέρθηκαν, η πτώση πίεσης των στομιών κυμαίνεται από 7 έως 20 Pa. Ήδη εφαρμοσμένο από καιρό στη Γερμανία, αυτό το σύστημα

διάχυσης του σέρα αρχίζει να χρησιμοποιείται και στην Ιταλία. Πρόσφατες εφαρμογές έγιναν στο Teatro Carlo Felice και στο Teatro della Corte, και τα δύο στη Γένοβα, στο Teatro Regio του Τορίνο, καθώς και σε αίθουσες συναυλιών κι κέντρα συνεδρίων. Μερικά παραδείγματα εφαρμογής των στομίων ποδιού πολυθρόνας φαίνονται στις εικόνες 2.2 και 2.3.



Εικ, 2.2 - Στόμια αερισμού ποδιού πολυθρόνας εγκατεστημένα σε αίθουσα συναυλιών το καθένα κάτω από μία πολυθρόνα.



Εικ. 2.3 - Στόμια αερισμού ποδιού πολυθρόνας εγκατεστημένα σε ένα θέατρο. Κάθε στόμιο είναι εγκατεστημένο ανάμεσα σε δύο πολυθρόνες. Η τροφοδοσία αέρα γίνεται, όπως στην προηγούμενη περίπτωση, από ένα θάλαμο συγκέντρωσης που έχει δημιουργηθεί κάτω από το δάπεδο.

Διάχυση από την πλάτη της πολυθρόνας

Η διάχυση του αέρα από την πλάτη της πολυθρόνας δημιουργεί κι αυτή ένα μικροκλίμα γύρω από το καθισμένο άτομο. Η διαφορά από το προηγούμενο σύστημα συνίσταται στο γεγονός ότι στην πλάτη της πολυθρόνας δημιουργείται ο θάλαμος με τα ακροφύσια παροχής του πρωτεύοντα αέρα και ο χώρος αναρρόφησης, εξ επαγωγής, του αέρα περιβάλλοντος. Το μίγμα ανάμεσα στις δύο ροές διαχέεται κατόπιν από μία σχισμή που βρίσκεται στο πάνω μέρος της πολυθρόνας.

Ο αέρας του περιβάλλοντος αναρροφάται από κάτω λόγω της υποπίεσης και παρασύρεται από τον πρωτεύοντα αέρα με τον οποίο αναμιγνύεται ήδη στο εσωτερικό της πλάτης. Η παροχή πρωτεύοντα αέρα που επεξεργάζεται το στόμιο είναι περίπου 8-10L/s (30-35m³/h), και αντιστοιχεί και στην περίπτωση αυτή στις συνιστώμενες ελάχιστες απαιτήσεις εξωτερικού αέρα του πρότυπου ASHRAE 62-89. Σύμφωνα με τον

κατασκευαστή αυτό το σύστημα επιτρέπει την παράσυρση επαγωγικού αέρα ίσου με το 40-60% της ονοματικής παροχής και δέχεται διαφορά θερμοκρασίας ως και 12°C με ελάχιστη θερμοκρασία πρωτεύοντα αέρα 18°C. Η ταχύτητα του αέρα στην έξοδο από το στόμιο είναι περίπου 1,5m/s και επιτρέπει τη διατήρηση του επιπέδου ακουστικής ισχύος ανάμεσα στα 18 και 26 dB(A), με μία πτώση πίεσης που κυμαίνεται από 30 ως 50 Pa. Η τροφοδοσία του πρωτεύοντος αέρα γίνεται και στην περίπτωση αυτή από το υπερυψωμένο δάπεδο, που προβλέπεται να λειτουργεί σαν θάλαμος συγκέντρωσης.



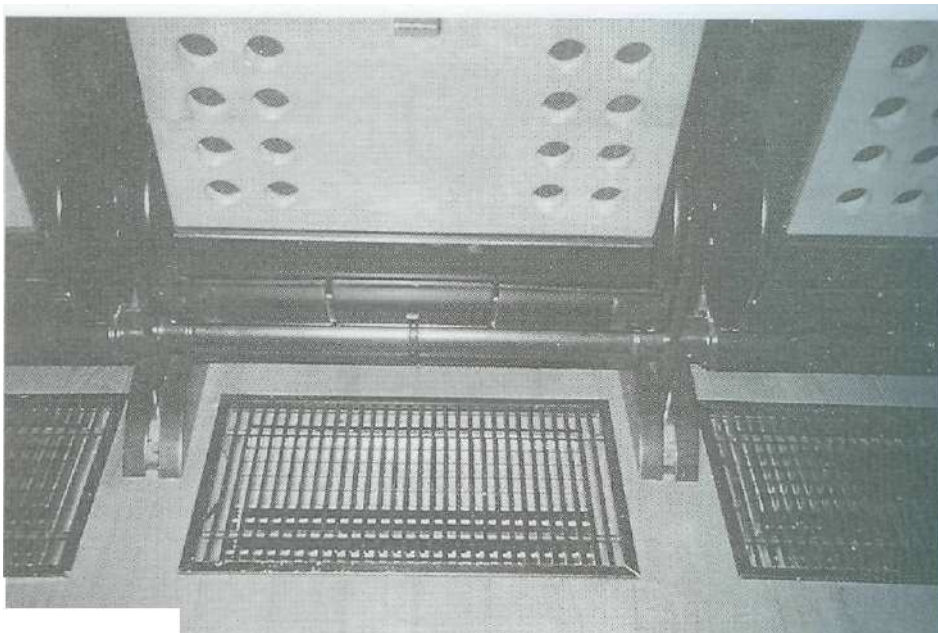
Εικ. 2.4 - Πολυθρόνες με παροχή του αέρα από την πλάτη σε μία θεατρική αίθουσα. Η γρίλια διάχυσης εφαρμόζεται στο πίσω μέρος της πολυθρόνας. Η τροφοδοσία του πρωτεύοντα αέρα γίνεται από κάτω, μέσα από το θάλαμο συγκέντρωσης κάτω από το δάπεδο.

Ένα παράδειγμα εγκατάστασης στομίων αερισμού πλάτης πολυθρόνας φαίνεται στην εικόνα 2.4. Και αυτά τα στόμια επίσης χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια στη Γερμανία και τη Βόρειο Ευρώπη. Τα δύο συστήματα διάχυσης του αέρα από το πόδι και την πλάτη πολυθρόνας παρουσιάζουν μία κοινή χαρακτηριστική αρχή. Πράγματι, η κατανομή του αέρα παροχής είναι εντοπισμένη σε ένα άτομο και δημιουργεί επομένως ένα ατομικό μικροκλίμα. Η διαφορά θερμοκρασίας στον καταλαμβανόμενο όγκο δεν υπερβαίνει τον 1 °C. Επειδή οι παροχές αέρα ανά μονάδα συμπίπτουν με τις ελάχιστες τιμές εξωτερικού αέρα που συνιστώνται από το πρότυπο ASHRAE 62-89 για τα θέατρα, οι εγκαταστάσεις κατασκευάζονται για να λειτουργούν

μόνο με εξωτερικό αέρα.

Διάχυση από το δάπεδο

Η χρήση στομίων παροχής από το δάπεδο για κάθε πολυθρόνα είναι μία εναλλακτική λύση που χρησιμοποιείται ακόμη σήμερα. Μία τελευταία εφαρμογή της έγινε στη νέα Opera Bastille, στο Παρίσι. Κάτω από κάθε πολυθρόνα εγκαταστάθηκε στο ίδιο επίπεδο με το δάπεδο ένα στόμιο, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.5. Μία διάτρητη λαμαρίνα αμέσως πριν το στόμιο εκτελεί τη ρύθμιση και την ισοστάθμιση της ροής του αέρα. Ο χώρος κάτω από το δάπεδο αποτελεί ένα θάλαμο συγκέντρωσης για τη διάχυση του αέρα.



Εικ. 2.5 - Στόμια παροχής του αέρα κάτω από τις πολυθρόνες στην Opera Bastille στο Παρίσι.

Εγκαταστάσεις για εντοπισμένη διάχυση του αέρα

Οι εγκαταστάσεις για εντοπισμένη διάχυση του αέρα, και κυρίως εκείνες που προορίζονται για θέατρα, διαφέρουν από τις κοινές εγκαταστάσεις άνεσης αποκλειστικά με αέρα, για κοινούς χώρους, με παροχή από πάνω, κυρίως στις ακουστικές επιδόσεις και στη μεγαλύτερη θερμοκρασία του αέρα παροχής. Από κατασκευαστικής πλευράς μία σημαντική διαφοροποίηση συνίσταται στο γεγονός ότι ο αέρας παροχής πρέπει να διανέμεται μέσα σε έναν ή περισσότερους θαλάμους συγκέντρωσης, που δημιουργούνται κάτω από τα καθίσματα, και που τροφοδοτούν άμεσα τα στόμια. Οι πιο συνήθεις εγκαταστάσεις είναι μονού αγωγού με σταθερή και με μεταβλητή παροχή αέρα.

Ειδικότερα, για τα στόμια ποδιού πολυθρόνας, η σύνθεση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας του αέρα μελετάται με τρόπον ώστε να επιτρέπει την παροχή του αέρα στην απαιτούμενη θερμοκρασία των 17-18°C. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ουσιαστικά με δυο τρόπους: χρήση μίας μονάδας αναθέρμανσης μετά τη μονάδα ψύξης. Αυτή η λύση, όπως είναι γνωστό, μπορεί να γίνει αποδεκτή από ενεργειακής πλευράς αν στην εγκατάσταση προβλέπεται μία ψυκτική μονάδα με ανάκτηση θερμότητας και διπλό συμπυκνωτή. Η μονάδα τροφοδοτείται τότε από το θερμό αέρα που λαμβάνεται από το συμπυκνωτή ανάκτησης. Δηλαδή, παράκαμψη ενός καθορισμένου μέρους του αέρα αναρρόφησης και μίξη με τον προεπεξεργασμένο αέρα αμέσως πριν τον ανεμιστήρα κατάθλιψης. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να γίνει το φιλτράρισμα του αέρα παράκαμψης ή του μίγματος του αέρα παροχής αμέσως μετά τον ανεμιστήρα. Αυτή η λύση όμως μπορεί να βρεθεί αντιμέτωπη με τις ελάχιστες απαιτήσεις εξωτερικού αέρα που συνίστανται από το πρότυπο ASHRAE 62-89 και στην περίπτωση αυτή ο κανόνας πρέπει να ερμηνευτεί για να αναπληρωθεί η μικρότερη κατά κεφαλήν συμβολή εξωτερικού αέρα με ένα ειδικά μελετημένο φιλτράρισμα.

Στα προαναφερθέντα θέατρα Regio, del la Corte και Carlo Felice οι εγκαταστάσεις που δημιουργήθηκαν διαθέτουν μονάδες αναθέρμανσης για τη διατήρηση του αέρα παροχής στην επιθυμητή θερμοκρασία παρόλο που υπάρχει ένα σύστημα παράκαμψης του αέρα ανακύκλωσης. Η λειτουργία γίνεται μόνο με εξωτερικό αέρα.

Ανάλογα με το μέγεθος του θεάτρου περισσότερες μονάδες επεξεργασίας μπορεί να προορίζονται για τον έλεγχο της κάθε ζώνης. Η αναρρόφηση του αέρα γίνεται από πάνω, από ειδικές γρίλιες αναρρόφησης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένας

χωριστός ανεμιστήρας του αέρα ανακύκλωσης με σιγαστήρες εγκατεστημένους πριν και μετά.

Διάχυση με ακροφύσια υψηλής επαγωγής

Τα συστήματα με ακροφύσια υψηλής επαγωγής αντιπροσωπεύουν την αντίθετη προσέγγιση από εκείνη που βασίζεται στη δημιουργία ενός μικροκλίματος γύρω από τα άτομα.

Τα ακροφύσια πράγματι παράγουν μία διάχυση του αέρα με ομοιόμορφες ροές που δημιουργούνται σε συγκεκριμένα σημεία της αίθουσας. Αυτά αποτελούνται από έναν κόλouro κώνο που περιέχεται ή προεξέχει από μία σφαιρική έδρα και προσανατολίζεται μέχρι μία ορισμένη γωνία προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο προσανατολισμός των ακροφύσιων αποτελεί μία αναγκαιότητα, επειδή κατά το στάδιο μελέτης δεν είναι δυνατό να προβλεφθεί η πραγματική πορεία της ροής του αέρα για εμβέλειες μεγαλύτερες από 7-10 μέτρα. Ακροφύσια αυτού του τύπου επιτρέπουν την επίτευξη εμβέλειας που κυμαίνεται συνήθως από 8 έως 20 μέτρα, με ταχύτητα του αέρα στην έξοδο από 8 έως 9 m/s. Μέγιστες τιμές έως και 30 μέτρα μπορούν να επιτευχθούν με ταχύτητα 12m/s περίπου, με μία αισθητή αύξηση όμως της ακουστικής στάθμης. Η παροχή αερα για κάθε ακροφύσιο περιλαμβάνεται σε ένα πεδίο ονομαστικών τιμών από 10 έως 17517s (36-630m³/h) με ταχύτητα εξόδου από 4 έως 12m/s, ανάλογα με τα μεγέθη. Τα επίπεδα ακουστικής ισχύος, ανάλογα με τα μοντέλα και στο πεδίο παροχών αέρα που αναφέρθηκε, για ταχύτητα 10m/s, κυμαίνονται από 22 έως 27 dB(A) για ακροφύσια σε ευθύγραμμη θέση. Αυτές οι τιμές αυξάνονται με την αύξηση της γωνίας κλίσης των ακροφύσιων. Οι πτώσεις πίεσης στις προαναφερθείσες συνθήκες κυμαίνονται από 60 έως 75 Pa.

Τα ακροφύσια προσανατολίζονται σχεδόν πάντα προς τα πάνω ενώ πολύ σπάνιοι είναι οι προσανατολισμοί προς τα κάτω. Η μέγιστη αποδεκτή γωνία κλίσης είναι συνήθως 20°. Η μέγιστη αποδεκτή διαφορά θερμοκρασίας είναι - 10°C. Εξαιτίας του υψηλού επαγωγικού αποτελέσματος της ριπής δημιουργούνται υψηλές ταχύτητες αέρα γύρω από το ακροφύσιο. Για να προληφθούν ενοχλητικά φαινόμενα, τα ακροφύσια πρέπει να εγκατασταθούν σε ένα ελάχιστο ύψος από το δάπεδο ή τον εξώστη που κυμαίνεται από 2,3 έως 3,5m ανάλογα με τα μεγέθη. Το μέγιστο ύψος κυμαίνεται, αντίστοιχα, από 3 έως 8m. Η ελάχιστη συνιστώμενη απόσταση ανάμεσα στα κέντρα

των ακροφύσιων κυμαίνεται από 120 έως 450 mm. Μερικά αντιπροσωπευτικά σχέδια των θέσεων εγκατάστασης των ακροφυσίων σε θεατρικές αίθουσες φαίνονται στην εικόνα 2.6. όπου κεντρική μονάδα επεξεργασίας του αέρα μελετάται με τρόπον ώστε να επιτρέπει την παροχή του αέρα στην απαιτούμενη θερμοκρασία των 17-18°C. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ουσιαστικά με δυο τρόπους:

- *χρήση μίας μονάδας αναθέρμανσης μετά τη μονάδα ψύξης. Αυτή η λύση, όπως είναι γνωστό, μπορεί να γίνει αποδεκτή από ενεργειακής πλευράς αν στην εγκατάσταση προβλέπεται μία ψυκτική μονάδα με ανάκτηση θερμότητας και διπλό συμπυκνωτή. Η μονάδα τροφοδοτείται τότε από το θερμό αέρα που λαμβάνεται από το συμπυκνωτή ανάκτησης.*

- *παράκαμψη ενός καθορισμένου μέρους του αέρα αναρρόφησης και μίξη με τον προεπεξεργασμένο αέρα αμέσως πριν τον ανεμιστήρα κατάθλιψης. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να γίνει το φιλτράρισμα του αέρα παράκαμψης ή του μίγματος του αέρα παροχής αμέσως μετά τον ανεμιστήρα. Αυτή η λύση όμως μπορεί να βρεθεί αντιμέτωπη με τις ελάχιστες απαιτήσεις εξωτερικού αέρα που συνιστώνται από το πρότυπο ASHRAE 62-89 και στην περίπτωση αυτή ο κανόνας πρέπει να ερμηνευτεί για να αναπληρωθεί η μικρότερη κατά κεφαλήν συμβολή εξωτερικού αέρα με ένα ειδικά μελετημένο φιλτράρισμα.*

Στα προαναφερθέντα θέατρα Regio, della Corte και Carlo Felice οι εγκαταστάσεις που δημιουργήθηκαν διαθέτουν μονάδες αναθέρμανσης για τη διατήρηση του αέρα παροχής στην επιθυμητή θερμοκρασία παρόλο που υπάρχει ένα σύστημα παράκαμψης του αέρα ανακύκλωσης. Η λειτουργία γίνεται μόνο με εξωτερικό αέρα.

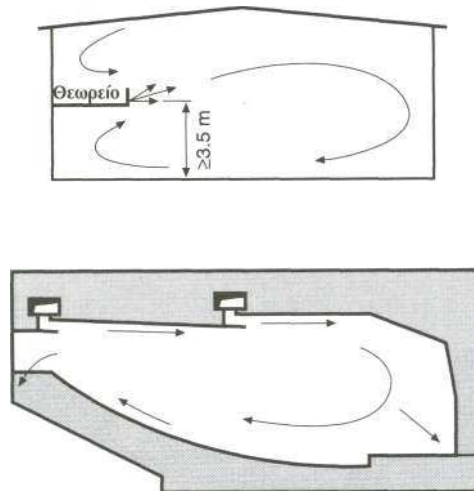
Ανάλογα με το μέγεθος του θεάτρου περισσότερες μονάδες επεξεργασίας μπορεί να προορίζονται για τον έλεγχο της κάθε ζώνης. Η αναρρόφηση του αέρα γίνεται από πάνω, από ειδικές γρίλιες αναρρόφησης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένας χωριστός ανεμιστήρας του αέρα ανακύκλωσης με σιγαστήρες εγκατεστημένους πριν και μετά.

Διάχυση με ακροφύσια υψηλής επαγωγής

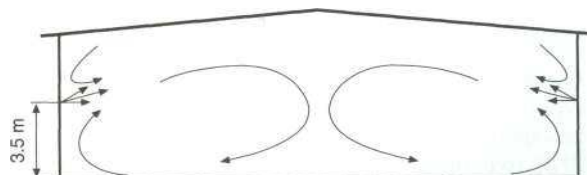
Τα συστήματα με ακροφύσια υψηλής επαγωγής αντιπροσωπεύουν την αντίθετη προσέγγιση από εκείνη που βασίζεται στη δημιουργία ενός μικροκλίματος γύρω από τα άτομα.

Τα ακροφύσια πράγματι παράγουν μία διάχυση του αέρα με ομοιόμορφες ροές που δημιουργούνται σε συγκεκριμένα σημεία της αίθουσας. Αυτά αποτελούνται από έναν κόλouro κώνου που περιέχεται ή προεξέχει από μια σφαιρική έδρα και προσανατολίζεται μέχρι μια ορισμένη γωνία προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο προσανατολισμός των ακροφυσίων αποτελεί μία αναγκαιότητα, επειδή κατά το στάδιο μελέτης δεν είναι δυνατό να προβλεφθεί η πραγματική πορεία της ροής του αέρα για εμβέλειες μεγαλύτερες από 7-10 μέτρα. Ακροφύσια αυτού του τύπου επιτρέπουν την επίτευξη εμβέλειας που κυμαίνεται συνήθως από 8 έως 20 μέτρα, με ταχύτητα του αέρα στην έξοδο από 8 έως 9 m/s. Μέγιστες τιμές έως και 30 μέτρα μπορούν να επιτευχθούν με ταχύτητα 12m/s περίπου, με μία αισθητή αύξηση όμως της ακουστικής στάθμης. Η παροχή αέρα για κάθε ακροφύσιο περιλαμβάνεται σε ένα πεδίο ονομαστικών τιμών από 10 έως 175l/s (36-630m³/h) με ταχύτητα εξόδου από 4 έως 12m/s, ανάλογα με τα μεγέθη. Τα επίπεδα ακουστικής ισχύος, ανάλογα με τα μοντέλα και στο πεδίο παροχών αέρα που αναφέρθηκε, για ταχύτητα 10m/s, κυμαίνονται από 22 έως 27 dB(A) για ακροφύσια σε ευθύγραμμη θέση. Αυτές οι τιμές αυξάνονται με την αύξηση της γωνίας κλίσης των ακροφυσίων. Οι πτώσεις πίεσης στις προαναφερθείσες συνθήκες κυμαίνονται από 60 έως 75 Pa.

Τα ακροφύσια προσανατολίζονται σχεδόν πάντα προς τα πάνω ενώ πολύ σπάνιοι είναι οι προσανατολισμοί προς τα κάτω. Η μέγιστη αποδεκτή γωνία κλίσης είναι συνήθως 20°. Η μέγιστη αποδεκτή διαφορά θερμοκρασίας είναι - 10°C. Εξαιτίας του υψηλού επαγωγικού αποτελέσματος της ριπής δημιουργούνται υψηλές ταχύτητες αέρα γύρω από το ακροφύσιο. Για να προληφθούν ενοχλητικά φαινόμενα, τα ακροφύσια πρέπει να εγκατασταθούν σε ένα ελάχιστο ύψος από το δάπεδο ή τον εξώστη που κυμαίνεται από 2,3 έως 3,5m ανάλογα με τα μεγέθη. Το μέγιστο ύψος κυμαίνεται, αντίστοιχα, από 3 έως 8m. Η ελάχιστη συνιστώμενη απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των ακροφυσίων κυμαίνεται από 120 έως 450 mm. Μερικά αντιπροσωπευτικά σχέδια των θέσεων εγκατάστασης των ακροφυσίων σε θεατρικές αίθουσες φαίνονται στην εικόνα 2.6.



Ακροφύσια εγκατεστημένα στο ύψος των θεωρείων



Ακροφύσια εγκατεστημένα σε δυο αντίθετους τοίχους

Εικ. 2.6 - Αντιπροσωπευτικές θέσεις για την εγκατάσταση ακροφύσιων σε θεατρικούς χώρους. Ανάλογα με το μέγεθος και την εμβέλειά τους είναι απαραίτητο να διατηρείται στην εγκατάστασή τους ένα ελάχιστο ύψος από το επίπεδο του δαπέδου. Είναι επίσης απαραίτητο να γίνονται σεβαστές οι ελάχιστες αποστάσεις ανάμεσά τους στις σειρές των ακροφύσιων.

2.3 Έλεγχος του θορύβου και των δονήσεων

Για την προστασία από το θόρυβο και τις δονήσεις στις θεατρικές αίθουσες πρέπει να εξετάζονται συνήθως τα παρακάτω:

1. Έλεγχος του θορύβου και των δονήσεων που μπορεί να εισχωρήσουν στο κτίριο από το εξωτερικό, και που αποτελούνται για παράδειγμα από το θόρυβο της κυκλοφορίας και

των σειρήνων, από δονήσεις βαρέων οχημάτων κοντά στο θέατρο, από μετρό και τρένα.

2. Έλεγχος του θορύβου και των δονήσεων που παράγονται από την εγκατάσταση κλιματισμού. Αν ο θόρυβος είναι υπερβολικός θα παρενοχλούνται οι παραστάσεις και θα διακινδυνευόταν η συμμετοχή του κοινού. Από την άλλη πλευρά μία υπερβολικά αθόρυβη εγκατάσταση μπορεί να μην είναι σε θέση να καλύψει και πολύ χαμηλούς ακόμη θορύβους που προέρχονται από το εξωτερικό με αποτέλεσμα αυτοί να συλλαμβάνονται και να αποτελούν πηγή ενόχλησης. Σχεδόν πάντα απαιτείται μια συμβιβαστική λύση ανάμεσα στα δύο άκρα.

Όσον αφορά τις εγκαταστάσεις, είναι φυσικό να απαιτείται ο έλεγχος του θορύβου και των δονήσεων που παράγονται από τα μηχανήματα αλλά και από το κύκλωμα των καναλιών. Η επιλογή των συστημάτων διάχυσης του αέρα και των στοιχείων αναρρόφησης πρέπει να αντιμετωπίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις ακουστικές απαιτήσεις της μελέτης.

Ο θόρυβος του κυκλώματος του αέρα

Στη μελέτη σχεδιασμού της εγκατάστασης κλιματισμού είναι αναγκαίο να γίνει η σωστή επιλογή των σιγαστήρων και της ταχύτητας του αέρα για να επιτευχθεί όχι μόνο η σωστή ακουστική εξασθένιση αλλά και ένα ισορροπημένο ηχητικό φάσμα για την απαιτούμενη στάθμη του θορύβου στο χώρο. Τρία αρκετά συνηθισμένα προβλήματα που αφορούν το αεραυλικό κύκλωμα είναι: μεταφορά θορύβου από τα κανάλια, έξοδος του θορύβου από τα κανάλια και θόρυβος που δημιουργείται από τη ροή του αέρα.

Ο έλεγχος του θορύβου που μεταφέρεται από τα κανάλια απαιτεί τη μελέτη του σχεδιασμού του κυκλώματος διανομής του αέρα για να διαπιστωθεί ότι ο θόρυβος των ανεμιστήρων, που μεταδίδεται από τα κανάλια, δεν βγαίνει από τα τερματικά στο χώρο σε τιμές μεγαλύτερες από την προβλεπόμενη στάθμη θορύβου του περιβάλλοντος. Όσο το δυνατόν, πιο γραμμικός σχεδιασμός των καναλιών αέρα, χωρίς απότομες μεταβολές της διατομής, γωνίες, αναστροφείς σε U κλπ συμβάλλει στη μείωση με φυσικό τρόπο του θορύβου που παράγεται από τον ανεμιστήρα και προλαμβάνει το σχηματισμό δινών και στροβίλων. Οι τελευταίες, όταν δημιουργούνται, τείνουν να "κυλήσουν" κατά μήκος των τοιχωμάτων των καναλιών προκαλώντας βοή χαμηλής συχνότητας που είναι δύσκολο να

εξαλειφθεί. Η επιλογή περιορισμένης ταχύτητας της ροής του αέρα, όχι μεγαλύτερη από 4m/s, είναι μία περαιτέρω συμβολή στη λειτουργία με χαμηλή ακουστική στάθμη.

Οι σιγαστήρες εγκαθίστανται συνήθως στην κατάθλιψη και στην αναρρόφηση των ανεμιστήρων. Η θέση τους πρέπει να επιλεγεί με τρόπον ώστε να εμποδίζεται η έξοδος θορύβου από τα κανάλια προς τον προστατευόμενο χώρο.

Η επιλογή γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή φυσική μείωση που δημιουργείται από το προηγούμενο κύκλωμα. Η έξοδος θορύβου από τα κανάλια αέρα, μέσα από τους τοίχους, μπορεί να ελεγχθεί διαπιστώνοντας τις ακουστικές επιδόσεις STL (Sound Transmission Loss) των καναλιών με βάση τις αντίστοιχες διαστάσεις και το πάχος της λαμαρίνας, σύμφωνα με τα δεδομένα που δημοσιεύονται από την ASHRAE και τη SMACNA.

Ο θόρυβος που δημιουργείται από τη ροή του αέρα στην έξοδο εξαρτάται κυρίως από τα χαρακτηριστικά του στομίου, από την παρουσία πιθανών αεροφρακτών ρύθμισης, από τη θέση εγκατάστασής του και από την ταχύτητα εκροής.

Η μετάδοση θορύβου από ένα χώρο προς άλλους (crosstalk) μέσα από το σύστημα καναλιών του αέρα αποτελεί ένα ακόμη φαινόμενο που δεν πρέπει να παραληφθεί. Κανένας θόρυβος που παράγεται σε ένα χώρο δεν πρέπει να μεταδοθεί σε προσκείμενους χώρους προκαλώντας ενόχληση. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται απαραίτητη η χρήση σιγαστήρων crosstalk.

Ο θόρυβος που παράγεται από τα μηχανήματα

Η θέση του μηχανοστασίου καθορίζει τον αναγκαίο βαθμό ακουστικής εξασθένησης. Η γεινίαση με τη θεατρική αίθουσα αποτελεί την πιο κρίσιμη κατάσταση, αλλά και η τοποθέτηση κοντά στη σκηνή πρέπει να αποφεύγεται. Πράγματι, η σκηνή έχει ακουστικά χαρακτηριστικά τέτοια που να εκπέμπει τον ήχο προς τους θεατές. Το μηχανοστάσιο πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση από αυτές τις ζώνες και χωριστά από τους ενδιάμεσους χώρους όπως προθάλαμοι ή τουαλέτες. Η μετάδοση θορύβου και δονήσεων μπορεί να μειωθεί εγκαθιστώντας σωληνώσεις, κανάλια και μηχανήματα ανεξάρτητα από τη θεατρική σάλα. Όταν το μηχανοστάσιο είναι κοντά στη θεατρική αίθουσα απαιτείται η δημιουργία μιας κατασκευής αναρτημένης πάνω σε ειδικούς μονωτές για όλο το μηχανοστάσιο. Τα μηχανήματα μπορούν να στηρίζονται σε βάσεις που δημιουργούνται πάνω στο δάπεδο. Αυτή η λύση εξαλείφει τις ακουστικές γέφυρες αλλά είναι αναγκαίο να διαπιστωθεί εάν δεν υπάρχει κίνδυνος συντονισμού ανάμεσα

στην παλμική συχνότητα των μηχανημάτων και του δαπέδου. Όταν υπάρχει το πρόβλημα μόνωσης των δονήσεων χρησιμοποιούνται μονωτές ελατηρίου με στοιχεία νεοπρενίου εν σειρά, στη θέση εκείνων απλού νεοπρενίου. Πρόσφατα κατασκευάστηκαν αναρτημένα δάπεδα με μονωτικά στοιχεία από φάιμπρεγκλας υψηλής πυκνότητας για άμεση τοποθέτηση με μια απλοποιημένη σε σχέση με την προηγούμενη τεχνική λύση. Όταν η θεατρική αίθουσα είναι πλήρως μονωμένη από τον εξωτερικό θόρυβο και τις δονήσεις, γίνεται αναγκαίο να μονωθεί επίσης και από τα μηχανήματα και τα άλλα στοιχεία της εγκατάστασης που μπορεί να μεταδώσουν θόρυβο και δονήσεις. Αυτή η περαιτέρω επέμβαση είναι σχεδόν απαραίτητη, επειδή μία αίθουσα ολικά μονωμένη από το εξωτερικό επιτρέπει τη σύλληψη και των πιο μικρών θορύβων και δονήσεων της εγκατάστασης. Το μηχανοστάσιο μπορεί να βλέπει προς το εξωτερικό με γρίλιες εισόδου και/ή αποβολής του αέρα και επομένως με προβλήματα εκπομπής θορύβου. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται αναγκαίο να διαπιστωθεί η δυνατότητα επανεισόδου του θορύβου στο χώρο καθώς και το μέγεθος εκπομπής του στη γύρω περιοχή που πρέπει αναγκαστικά να είναι μέσα στα προβλεπόμενα όρια του νόμου.

Άλλες μέθοδοι συνίστανται στη μόνωση των μηχανημάτων που εγκαθίστανται στο εξωτερικό: αερόψυκτες ψυκτικές μονάδες, πύργοι ψύξης, στόμια εξαγωγής κλπ. Συνήθως γίνεται αναγκαία η εγκατάσταση στην οροφή μιας κεντρικής μονάδας για την εξαγωγή του αέρα αερισμού, από τις τουαλέτες κλπ. Αυτή όμως αποτελεί μια σημαντική πηγή εντοπισμένου θορύβου που πρέπει να ελεγχθεί. Μπορεί να συνιστάται η χρήση χωριστών στομιών εξαγωγής για τους διάφορους χώρους που παρουσιάζουν λιγότερες εκπομπές θορύβου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να προληφθεί πιο εύκολα η είσοδος στο εσωτερικό του κτιρίου του θορύβου π.χ. από αεροπλάνα.

Η εγκατάσταση της κεντρικής μονάδας εξαγωγής του αέρα δεν πρέπει να τοποθετείται ποτέ στην οροφή πάνω από τη ζώνη του κοινού ή πάνω από τη σκηνή, πρέπει αντίθετα να τοποθετείται πάνω από τις αποθήκες, τα γραφεία ή τους άλλους βοηθητικούς χώρους. Άλλες πηγές θορύβου και δονήσεων, που δεν αφορούν τις εγκαταστάσεις, αποτελούνται από τα μηχανήματα σκηνής, τα υδραυλικά συστήματα της σκηνής και του χώρου της ορχήστρας καθώς επίσης και από τον υπόλοιπο εξοπλισμό των παρασκηνίων. Κι αυτά τα συστήματα μπορούν επίσης να επηρεάσουν αρνητικά τις ακουστικές συνθήκες της αίθουσας.

Κεφάλαιο 3

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε μουσεία

Σήμερα μπορούν να ξεχωρίσουν δυο τουλάχιστον τύποι μουσείων σε σχέση με τον προορισμό τους: τα κλασικά λεγόμενα μουσεία, που προορίζονται για τη διατήρηση ανθρώπινων δημιουργημάτων, έργων τέχνης, ευρημάτων ποικίλης φύσεως κλπ και ο άλλος τύπος, πολύ πιο πρόσφατος, του οποίου ο σκοπός είναι να επιτρέψει μία ευρεία αμφίδρομη σχέση ανάμεσα στο κοινό και σε επιστημονικά πειράματα, την απόδειξη βασικών φυσικών νόμων κλπ με τη βοήθεια συσκευών και συστημάτων (interactive museums). Τα τελευταία είναι η έκφραση μιας πιο μοντέρνας προσέγγισης προς την επιστημονική και τεχνική πληροφόρηση.

Μία ξεχωριστή θέση σε αυτή την υποδιαίρεση απαιτούν ορισμένα μνημειακά κτίρια: τάφοι, εκκλησίες, ναοί που στο εσωτερικό τους έχουν τοιχογραφίες και άλλα έργα ποικίλης φύσεως. Τα μοντέρνα μουσεία αποτελούν πολυσύνθετους οργανισμούς. Εκτός από τις αίθουσες εκθέσεως για το κοινό, έχουν πολυάριθμες άλλες υπηρεσίες: προθάλαμους, αρχεία για τη διατήρηση έργων που δεν εκτίθενται, αποθήκες φόρτωσης και εκφόρτωσης μιας και υπάρχουν συχνές ανταλλαγές έργων και συλλογών ανάμεσα στα μουσεία - γραφεία - αίθουσες ακρόασης - μπαρ και εστιατόρια - καταστήματα και τουαλέτες. Οι απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιήσουν οι εγκαταστάσεις κλιματισμού και φωτισμού διαφέρουν σημαντικά σε κάθε μία εφαρμογή. Στις αίθουσες έκθεσης οι θερμοϋγρομετρικές συνθήκες και οι συνθήκες φωτισμού του περιβάλλοντος πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση και την προστασία των έργων και των δημιουργημάτων, διατηρώντας ταυτόχρονα την άνεση των επισκεπτών. Στα αρχεία αντίθετα, που δεν είναι ανοιχτά στο κοινό, οι συνθήκες μπορεί να είναι τέτοιες που να εξασφαλίζουν τη μακρόχρονη διατήρηση των έργων. Οι άλλοι χώροι (γραφεία, αίθουσες ακροάσεων, εστιατόρια) απαιτούν ένα συνήθη κλιματισμό άνεσης. Στα μνημειακά κτίρια, που στερούνται εγκαταστάσεων επεξεργασίας αέρα, έργα και τοιχογραφίες υφίστανται τις επιδράσεις του κλίματος, της ρύπανσης και της ίδιας της παρουσίας των επισκεπτών, που όχι μόνο μεταφέρουν μολυσμένο αέρα από το εξωτερικό, αλλά προκαλούν και την αύξηση της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος με το μεταβολισμό τους.

3.1 Οι συνθήκες διατήρησης

Η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο φωτισμός και η ποιότητα του αέρα αποτελούν τους πιο κρίσιμους παράγοντες για τη διατήρηση έργων και δημιουργημάτων. Μία υψηλή θερμοκρασία επιταχύνει τις θερμοχημικές αντιδράσεις οξειδωσης στα οργανικά υλικά (χαρτί, υφάσματα, δέρμα). Για παράδειγμα, η φθορά του χαρτιού σε 30°C είναι πέντε φορές ταχύτερη από ότι σε 20°C και τριανταπέντε από ότι σε 10°C. Χαμηλές τιμές σχετικής υγρασίας προκαλούν τη συστολή των οργανικών υλικών, με ρωγμές στο ξύλο (ενδεικτική η περίπτωση των πινάκων του μουσείου Μπρέρα πριν από μερικά χρόνια), αποξηραίνουν και κιτρινίζουν το χαρτί και τα υφάσματα κλπ. Αντίθετα, μία μειωμένη υγρασία είναι ιδανική για να προληφθεί η οξειδωση των μεταλλικών αντικειμένων και των ασημικών. Υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας προκαλούν φουσκώματα και παραμορφώσεις σε όλα τα οργανικά υλικά όπως χαρτί, δέρμα, ξύλο, υφάσματα κλπ. Υγρασία ανώτερη του 65%, με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 20°C, επιταχύνει την ανάπτυξη μούχλας και μυκήτων και των πολλαπλασιασμό εντόμων. Η ποιότητα του αέρα επηρεάζεται από τα στερεά αιωρούμενα σωματίδια και από αέριες ουσίες όπως το διοξείδιο του θείου, το διοξείδιο του αζώτου και το όζον.

Ελαιογραφίες, χαρτιά, πάπυροι, περγαμινές, υφάσματα, κοστούμια, ταπετσαρίες, γούνες, δερμάτινες κατασκευές κλπ είναι ευαίσθητες κυρίως στα αιωρούμενα σωματίδια που προκαλούν την αμαύρωσή τους και είναι δύσκολο να απομακρυνθούν. Τα σωματίδια με τις πιο κρίσιμες διαστάσεις είναι εκείνα που είναι μικρότερα από 1 μm, επειδή είναι σε θέση να διαφύγουν από τα κοινά φίλτρα και καταφέρνουν να διεισδύσουν ακόμη και στους πιο μικρούς πόρους των υλικών. Όσον αφορά τους αέριους ρύπους, τα πιο ευαίσθητα υλικά στις όξινες δράσεις του διοξειδίου του θείου και του διοξειδίου του αζώτου είναι το μετάξι, το δέρμα που έχει κατεργαστεί με φυτικές ουσίες και το ασήμι.

Τα μέταλλα ταλαιπωρούνται περισσότερο από τις μεταβολές της σχετικής υγρασίας που σχετίζονται με τη ρύπανση του αέρα. Αυτό ισχύει και για τα εγγενή μέταλλα όπως ο χρυσός γιατί πολύ συχνά είναι ενωμένα με τον άργυρο.

Οι όξινες συμπυκνώσεις αποτελούν επομένως ένα πολύ σοβαρό κίνδυνο για έργα και ευρήματα. Η τιμή της σχετικής υγρασίας ποτέ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% με μέγιστη ανοχή 3-4% και μεταβολές της θερμοκρασίας 3°C από την τιμή μελέτης. Δημιουργήματα και έργα όπως ρολόγια, πανοπλίες, κοσμήματα κλπ θα πρέπει να συντηρούνται μέσα σε κλιματιζόμενες θήκες με αέρα που διανέμεται με συνεχή

ανακύκλωση και σταθερό φιλτράρισμα. Το σμάλτο επίσης σε χάλκινο φόντο είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο.

Οι διαβρώσεις προχωρούν από το χάλκινο φόντο και διαδίδονται στην εξωτερική επιφάνεια όταν πια είναι πολύ αργά για να προληφθούν. Στον πίνακα 3.1 αναφέρονται τυπικές συνθήκες έκθεσης μερικών αντιπροσωπευτικών υλικών. Πείρα από τις χαρακτηριστικές συνθήκες που απαιτούνται από τα ιδιαίτερα υλικά, για τους κοινούς χώρους υπάρχει ουσιαστικά συμφωνία σε αρκετά συνήθεις τιμές. Στις Ηνωμένες Πολιτείες συνιστώνται θερμοκρασίες από 20°C έως 22 °C, με σχετική υγρασία ανάμεσα σε 40 και 55%. Στην Ευρώπη αντίθετα υιοθετούνται συνήθως θερμοκρασίες από 21 °C έως 23,5°C, με σχετική υγρασία από 35 έως 50%. Πρόκειται για μικρές διαφορές ενώ είναι κοινή η απαίτηση για διατήρηση όσο το δυνατόν σταθερότερων των επιλεγμένων συνθηκών.

Στα αρχεία, που δεν είναι ανοιχτά για το κοινό, στα οποία εκτελείται η πραγματική διατήρηση των υλικών, οι θερμοϋγρομετρικές συνθήκες επιλέγονται με αποκλειστικό σκοπό την όσο το δυνατόν πιο μακρόχρονη διατήρηση. Μπορεί επομένως να διαφέρουν αισθητά από εκείνες που είναι αποδεκτές για τις άλλες ζώνες.

Τα προβλήματα που τίθενται από τη διατήρηση των τοιχογραφιών στα μνημειακά κτίρια είναι πολυάριθμα. Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζονται αναφορικά, οι κύριες διαπιστωμένες αιτίες φθοράς για τις τοιχογραφίες της Καπέλα Σιζτίνα στη Ρώμη, πριν την τοποθέτηση της εγκατάστασης κλιματισμού. Η ρύπανση και οι ισχυρές διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας ανάμεσα στο χειμώνα και το καλοκαίρι, αποτελούσαν σημαντικούς παράγοντες φθοράς. Ακόμη και σε τόπους όπου το κλίμα είναι σχετικά ξηρό, η υγρασία που παράγεται από τους ανθρώπους αποτελεί μια κατάσταση κινδύνου. Στον αιγυπτιακό τάφο της βασίλισσας Νεφερτίτης, που αποκαταστάθηκε πρόσφατα, διαπιστώθηκε ότι, παρόλο που η σχετική υγρασία του εξωτερικού αέρα ήταν 30%, η παρουσία 17 ατόμων για μισή μόλις ώρα ανέβαζε τη σχετική υγρασία στο εσωτερικό έως το 50%. Άλλες έρευνες απέδειξαν ότι σε ανάλογες καταστάσεις η άνοδος της σχετικής υγρασίας που προκαλείται από την παρουσία έξι ατόμων είναι περίπου 5% την ώρα.

Πίνακας 3.1 - Θερμοϋγρομετρικές συνθήκες μελέτης σε μουσειακούς χώρους.

Ζώνες ή υλικά	θερμοκρασία °C	Σχετική υγρασία %
Γενικές ζώνες	21-23,5	45-50% ± 5%
Υλικά από ξύλο: έπιπλα επιχρυσωμένα, λακαριστά, μουσικά όργανα , πλαίσια και γλυπτά, λάκες, χειρόγραφα	21-23,5	50 ± 2%
<i>υφάσματα</i> : κοστούμια, ελαιογραφίες σε διάφορα: πέτσινια και δερμάτινα υλικά ής προέλευσης πανοπλίες, αντοστό	21-23,5	35-50 ± 6%
μάρμαρα και κεραμικά γυαλί, χρυσός και κράματα	21-23,5	25-50 ± 10%
μεταλλικά υλικά	21-23,5	20-35
γούνες, ζωικά ευρήματα	3-5	30 ± 5%
<i>Σημειώσεις: 1. Η μεταβολή της σχετικής υγρασίας αποτελεί τη μέγιστη ήσια αποδεκτή μεταβολή. 2. Η ακουστική στάθμη του περιβάλλοντος ίνεται από NC35-40 3. Η ταχύτητα διάχυσης του αέρα είναι μικρότερη 0,13 m/s.</i>		

Σε χώρους αυτού του τύπου, που επισκέπτεται ένας μεγάλος αριθμός ατόμων, η υγρασία και η ρύπανση που μεταφέρεται με την ενδυμασία αποτελεί μία σημαντική απειλή για τη διατήρηση των τοιχογραφιών και των άλλων δημιουργημάτων. Άλλος θετικός, ή αρνητικός, παράγοντας για τη διατήρηση των υλικών είναι ο φωτισμός, που είναι απαραίτητος για την ανάδειξη των εκτιθέμενων έργων. Ο φωτισμός επιδρά επιζήμια για το μεγαλύτερο μέρος των υλικών: είναι υπεύθυνος για το ξεθώριασμα των χρωμάτων και της μελάνης, του κιτρινίσματος των χαρτιών, των υφασμάτων, των δερμάτων και του μεγαλύτερου μέρους των οργανικών υλικών. Ακόμη, αν είναι εντοπισμένος, μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία και να μεταβάλλει τη σχετική υγρασία στις ζώνες που προσβάλλει. Τα κοινότερα μέτρα προστασίας για να μειωθούν οι ζημιές που οφείλονται στο φωτισμό μπορούν να συνοψιστούν έως εξής:

- εξάλειψη της υπερϊώδους ακτινοβολίας του φωτός
- περιορισμός της έντασης φωτισμού
- μείωση του χρόνου έκθεσης.

Παράγοντες υπεύθυνοι για τη φθορά των τοιχογραφιών της Καπέλα Σιζτίνα.

Οι παράγοντες που έχουν σχέση με το μικροκλίμα του περιβάλλοντος μπορούν να υποδιαιρεθούν στις ακόλουθες κατηγορίες.

Αέρας ανανέωσης:

- ωφέλιμα και λανθάνοντα, θετικά και αρνητικά, θερμικά φορτία που εξαρτώνται από τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες
- ρύποι που παράγονται από την ατμόσφαιρα της πόλης (NO₂, CO₂, SO₂), σπόροι, βακτηρίδια.

Παρουσία επισκεπτών:

- ωφέλιμα και λανθάνοντα θερμικά φορτία
- ρύποι που παράγονται από τον ανθρώπινο μεταβολισμό
- σκόνες, χνούδια, ρυπογόνοι παράγοντες που εισάγονται με την ενδυμασία των ανθρώπων.

Ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες:

- φυσικό και τεχνητό φως, ιδιαίτερα η υπεριώδης ακτινοβολία.

Αυτοί οι παράγοντες προκαλούν τα εξής αποτελέσματα στις τοιχογραφίες.

Η ωφέλιμη θερμότητα προκαλεί:

- μεταφορικές κινήσεις του αέρα (μολυσμένου) που εναποθέτουν σκόνη στις τοιχογραφίες
- μεταβολές της θερμοκρασίας, που μπορεί να προκαλέσουν διαφορετικές συστολές/διαστολές σε σοβάδες και ζωικές κόλλες που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για επεμβάσεις αποκατάστασης, προκαλώντας έτσι τον κίνδυνο απόσπασης λωρίδων χρώματος
- διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στην επιφάνεια των τοιχογραφιών και τον εσωτερικό αέρα του μουσείου
- διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στην επιφάνεια των τοιχογραφιών και τους

εξωτερικούς τοίχους. Αυτές οι διαφορές θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσουν επιφανειακές τάσεις στο στρώμα του τοιχογραφημένου σοβά.

Η Λανθάνουσα θερμοκρασία προκαλεί:

- Αυξήσεις της θερμοκρασίας του σημείου δρόσου που, στην περίπτωση που ξεπεράσει τη θερμοκρασία των τοιχογραφιών, μπορεί να προκαλέσει συμπύκνωση της υγρασίας που περιέχεται στον αέρα, με τη μορφή σταγονιδίων νερού στην επιφάνεια των τοίχων, με κίνδυνο σχηματισμού πρασινίλας και μούχλας
- μεταβολή της σχετικής υγρασίας, και συνεπώς κίνδυνος μεταφοράς υγρασίας στους τοίχους και πιθανή συμπύκνωση/εξάτμιση στους πόρους του τοίχου.

Οι διαφορές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό μπορούν να προκαλέσουν μεταφορά των αλάτων που περιέχονται στους τοίχους.

Οι διεισδύσεις βρόχινου νερού από το εξωτερικό μπορούν να προκαλέσουν εμφάνιση όξινου φωσφορισμού στην εσωτερική επιφάνεια των τοίχων.

Το διοξείδιο του θείου που μεταφέρεται από τον αέρα ανανέωσης μπορεί να προκαλέσει όξινη υδρόλυση στις τοιχογραφίες, που είναι ιδιαίτερα ενεργή με την παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας.

3.2 Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού

Οι καταλληλότερες και πιο διαδεδομένες στα μουσεία εγκαταστάσεις κλιματισμού είναι εκείνες αποκλειστικά με αέρα. Στον τύπο αυτό ανήκουν οι γνωστές εγκαταστάσεις διπλού αγωγού με θαλάμους μίξης, οι εγκαταστάσεις πολλαπλών ζωνών, οι εγκαταστάσεις μιας ζώνης με αναθέρμανση και τα συστήματα μεταβλητής παροχής αέρα. Η επιλογή του τύπου της εγκατάστασης εκτός από τις προτιμήσεις και την εμπειρία του σχεδιαστή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Οι εγκαταστάσεις με τη σειρά τους διαιρούνται συχνά σε ζώνες. Χώροι όπως εστιατόρια και αίθουσες συνεδρίων διαθέτουν συνήθως ανεξάρτητες εγκαταστάσεις.

Οι χώροι για τα κανάλια δημιουργούνται συνήθως στις ψευδοροφές ή κάτω από τα δάπεδα ή πίσω από ψευδοτοιχία. Αποτελούν πάντως υπολογίσιμες δεσμεύσεις, λόγω και των προσβάσεων που πρέπει να προβλεφθούν για τη συντήρηση. Οι διαστάσεις των καναλιών μπορεί να είναι σημαντικές στην περίπτωση των μεγάλων μουσείων, μιας και οι παροχές αέρα που πρέπει να διανεμηθούν είναι πολύ μεγάλες. Μπορεί να αποφασιστεί

τότε, όπως στην κλασική πια περίπτωση του Beaubourg και τις πιο πρόσφατες της La Villette, επίσης στο Παρίσι, και του Science World του Βανκούβερ, να τοποθετηθούν ορατά μέσα στο χώρο τα κανάλια και τα παθητικά εξαρτήματα της εγκατάστασης. Τα πιο σύνθετα και πιο δαπανηρά προβλήματα εισαγωγής των εγκαταστάσεων στο κτίριο συναντώνται στις αναπαλαιώσεις. Τα στόμια διάχυσης του αέρα είναι αντικείμενα που δημιουργούν προβλήματα αισθητικής στο χώρο. Αφού αντικαταστάθηκαν πλέον τα κλασικά κυκλικά στόμια αερισμού οροφής με ομοκεντρικούς κώνους και τα κοινά στόμια τοίχου από τις νέες κατασκευές, είναι υπό εξέλιξη μία έρευνα λύσεων που θα μπορούν να εξασφαλίσουν ταυτόχρονα μία πιο ομοιόμορφη διάχυση του αέρα καθώς και την ικανότητα εισαγωγής στο χώρο από αισθητικής πλευράς. Τα γραμμικά στόμια βρίσκουν ευρεία χρήση. Επιτρέπεται η εύκολη εισαγωγή τους σε οροφές ή τοίχους, ο αέρας μπορεί να διανεμηθεί με συνέχεια ακόμη και σε πολύ ευρείες ή μακριές ζώνες, είναι κατάλληλα για εγκαταστάσεις μεταβλητής παροχής και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παροχή καθώς και για αναρρόφηση. Η χρήση των ακροφυσίων αποτελεί ένα φαινόμενο ακόμα περιορισμένο, αν και είχε τη μεγάλη επιτυχία του Grand Louvre. Προηγουμένως, αυτά τα στόμια είχαν εφαρμοστεί με επιτυχία σε μερικά μουσεία στη Γερμανία. Στο μουσείο της βόρειας Ρηνανίας, στο Ντίσελντορφ, για τον κλιματισμό των εκθεσιακών αιθουσών, τα ακροφύσια είναι εγκατεστημένα μέσα σε πλευρικά τμήματα θόλου της οροφής, με κλίση των ριπών αέρα 60° περίπου σε σχέση με το επίπεδο του τοίχου. Στη Staatsgalerie της Στουτγκάρδης είναι εγκατεστημένα στον τοίχο, στη ζώνη του προθαλάμου εισόδου, με μία κατασκευή ανάλογη με εκείνη που υιοθετήθηκε στο Grand Louvre.

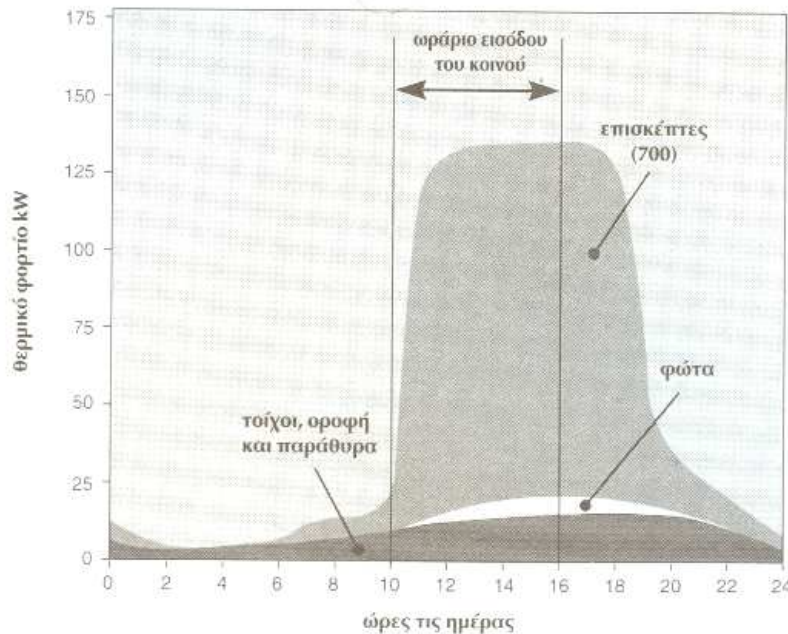
Μία απαίτηση που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι εκείνη των όγκων του εξωτερικού αέρα, που απαιτούνται για τον αερισμό και την ανανέωση του αέρα του περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται μερικές φορές ανοίγματα μεγάλου εύρους που είναι δύσκολο να καλυφθούν. Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να εισαχθούν στη μελέτη του κτιρίου. Στο μουσείο La Villette η εισαγωγή αέρα επιτυγχάνεται χωρίς επέμβαση στη δομή του κτιρίου. Αντίθετα για το μουσείο Sackler του πανεπιστημίου του Harvard οι αεραγωγοί εισόδου βρίσκονται μέσα σε δύο κολόνες αερισμού τοποθετημένες στα πλευρά της εισόδου, με μια πρωτότυπη αρχιτεκτονική λύση.

Όλα τα μουσειακά κτίρια έχουν το πρόβλημα της ενεργειακής κατανάλωσης που οφείλεται στις εγκαταστάσεις κλιματισμού και φωτισμού. Η χρήση συστημάτων διαχείρισης της ενέργειας με υπολογιστές μπορεί να συμβάλει στη μείωση αυτής της κατανάλωσης. Το διάγραμμα του χαρακτηριστικού φορτίου των μουσείων παρουσιάζει μια πορεία με ένα μάξιμουμ τις πρώτες απογευματινές ώρες, γύρω στις 15.00. Αυτή η

πορεία κάνει ενδιαφέρουσα τη χρήση συστημάτων ψυκτικής συσσώρευσης για να μειωθεί η εγκατεστημένη ισχύς. Με αυτή τη λύση τα ψυκτικά μηχανήματα έχουν διαστάσεις για να ικανοποιούν τις βασικές απαιτήσεις, ενώ στις αιχμές ανταποκρίνονται με την αφαίρεση ψυκτικής ενέργειας, που έχει αποθηκευτεί κατά τη διάρκεια της νύχτας με μειωμένο κόστος ηλεκτρικής ενεργείας, από τις δεξαμενές συσσώρευσης. Παρακάτω παρουσιάζεται μια μουσειακή κατασκευή, περιγράφοντας τα βασικά χαρακτηριστικά εφαρμογής των εγκαταστάσεων κλιματισμού και διανομής αέρα.

Η Καπέλα Σιξτίνα, Ρώμη

Η Καπέλα Σιξτίνα είναι ένα μνημειακό κτίριο εμπλουτισμένο από ένα μεγαλειώδη κύκλο τοιχογραφιών των κορυφαίων της ιταλικής Αναγέννησης: Μποτιτσέλι, Περούτζινο, Γκιρλαντάιο, Πιντουρίκιο, Τσ. Ροσέλι στους πλευρικούς τοίχους (1480-1482), Μιχαήλ Αγγέλου στο θόλο και τα κοιλώματα (Δημιουργία, 1508-1512) και στον τοίχο του θυσιαστηρίου (Δευτέρα Παρουσία, 1536-1541). Η Καπέλα αποτελεί ένα μουσείο που το επισκέπτονται κάθε χρόνο δυο εκατομμύρια άνθρωποι. Οι βασικές απαιτήσεις που έθετε η Καπέλα Σιξτίνα αφορούσαν τη μακροχρόνια προστασία των τοιχογραφιών μετά την πρόσφατη αναπαλαίωση που κινδύνευαν από διάφορους παράγοντες, που παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2.

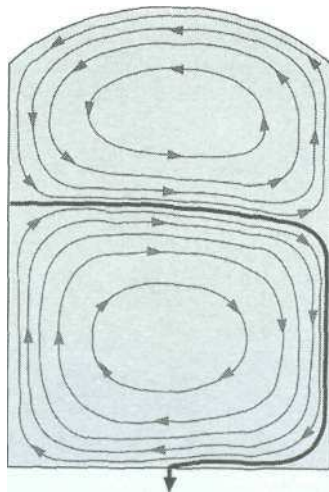


Εικ. 30.14 - Χαρακτηριστική πορεία των θερμικών φορτίων στο εσωτερικό της Καπέλα Σιξτίνα το μήνα Ιούλιο.

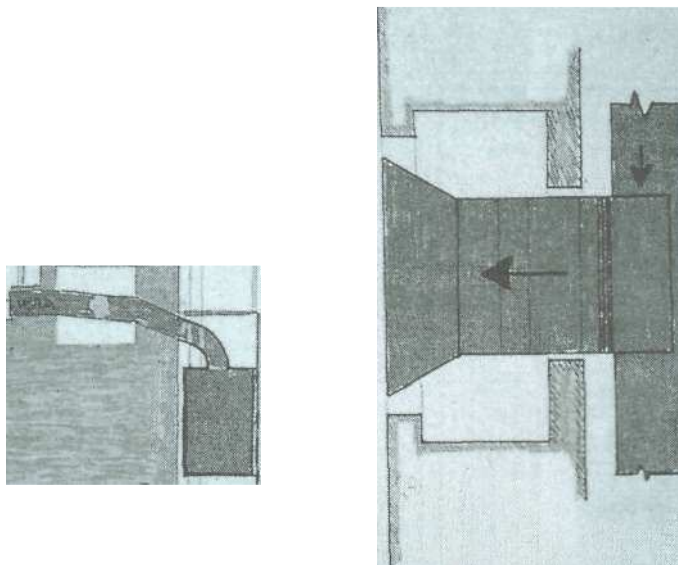
559

Εικόνα 3.1

Η σχετική υγρασία, ιδιαίτερα, αποτελεί έναν παράγοντα που έχει σημαντικές επιπτώσεις, δεδομένου του μεγάλου αριθμού επισκεπτών, με τις γνωστές συνέπειες που οφείλονται στην εκπομπή υδρατμών σωματικής προέλευσης, την παραγωγή σκόνης εξαιτίας της φθοράς των ενδυμάτων και τη μεταφορά άλλων ρύπων από το εξωτερικό. Αρχικά η Καπέλα ήταν εφοδιασμένη με ένα απλό σύστημα θερμοαερισμού με αναρρόφηση και κατάθλιψη από γρίλιες στο δάπεδο που δεν μπορούσε να εξασφαλίσει με κανένα τρόπο τον έλεγχο των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών. Για να αναφέρουμε μερικά ουσιαστικά δεδομένα η θερμοκρασία στην Καπέλα, από χειμώνα σε καλοκαίρι, μεταβαλλόταν από 16 έως 34°C και η σχετική υγρασία από 20% έως 65%. Η πορεία του θερμικού φορτίου στο εσωτερικό της Καπέλα, τη θερινή περίοδο, φαίνεται στην εικόνα 3.1. Η Καπέλα Σιξτίνα έχει ορθογώνια κάτοψη με μήκος 44 μέτρα, πλάτος 18 και ύψος 21 περίπου, με ένα χαμηλωμένο και ένα υπερυψωμένο επίπεδο δαπέδου. Η συνολική επιφάνεια είναι 785m² και η καθαρή 540m². Στο πάνω μέρος υπάρχουν δυο παράθυρα ύψους 4,3m και πλάτους 1,6m. Για τη διάχυση του επεξεργασμένου αέρα η λύση συνίσταται στην υποδιαίρεση της Καπέλα σε δύο παράλληλες ζώνες: μία πάνω ζώνη για τις τοιχογραφίες του Μιχαήλ Αγγέλου και μία κάτω ζώνη για το κοινό. (Βλέπε εικόνα 3.2).



Εικ. 3.2- Κάθετη τομή της Καπέλα Σιξτίνα στην οποία απεικονίζεται ορεία των δύο ροών αέρα που αφορούν τις τοιχογραφίες, επάνω, την κάτω ζώνη των επισκεπτών.

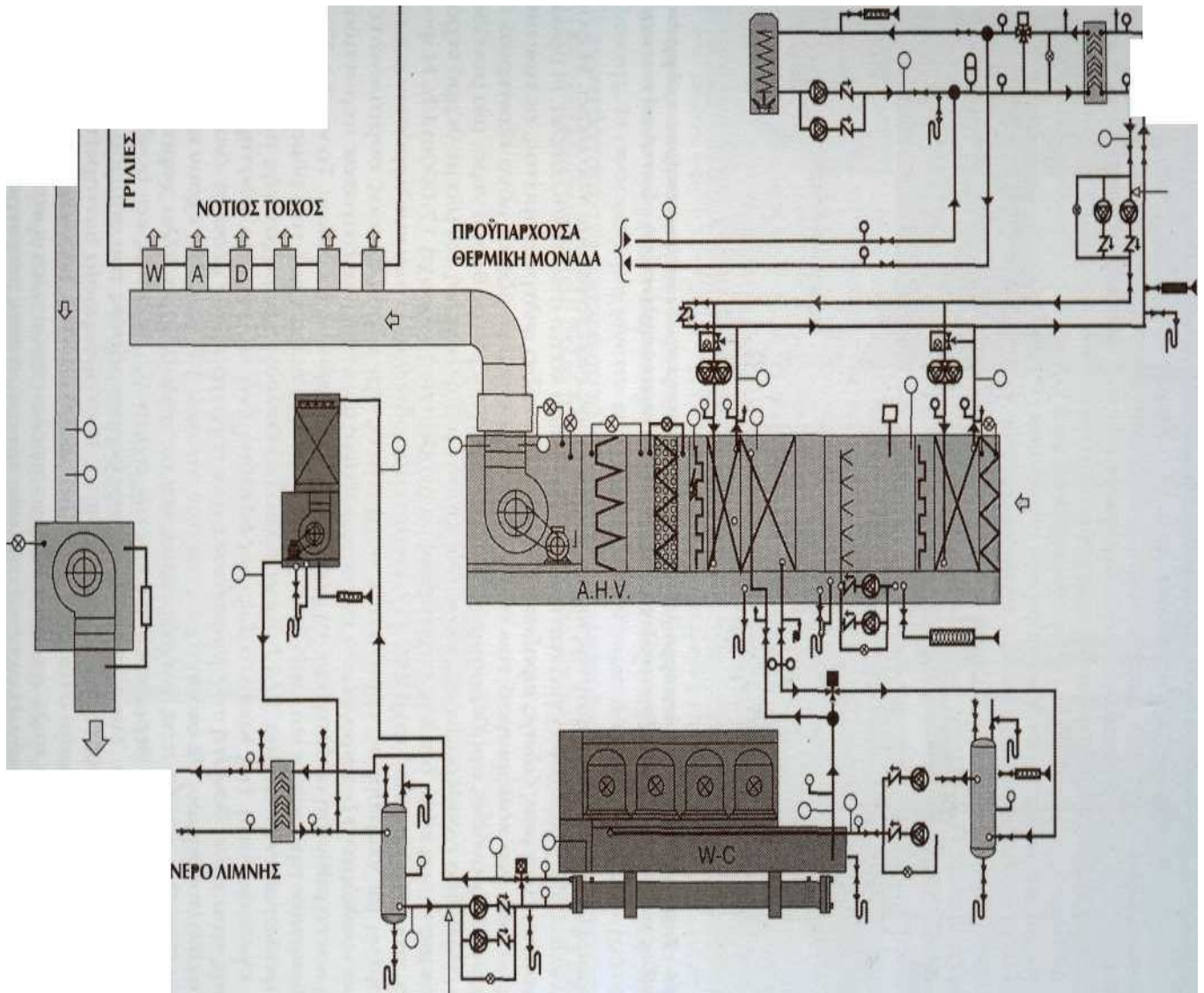


Εικ. 3.3- Τομή και διάταξη των κορμών του καναλιού που τροφοδοτούν τα στόμια, κρυμμένα από τ/ς κορνίζες των παραθύρων. Το κανάλι συλλογής είναι εγκατεστημένο στο εξωτερικό του κτιρίου.

Η ψυκτική μονάδα και ο λέβητας έχουν εγκατασταθεί σε ένα χώρο κάτω από την Καπέλα. Η μονάδα επεξεργασίας είναι μιας ζώνης, εφοδιασμένη με τρία στάδια φιλτραρίσματος, εκ των οποίων ένα χημικό και ένα καθαρισμού του αέρα. Η μονάδα επεξεργάζεται μόνο εξωτερικό αέρα. Υπάρχουν δύο μονάδες προθέρμανσης, μία ηλεκτρική και μία με θερμό νερό, μία μονάδα ψύξης και άλλες δύο αναθέρμανσης, που είναι επίσης μία ηλεκτρική και μία με θερμό νερό.

Ο ανεμιστήρας είναι διπλής ταχύτητας με ονομαστική παροχή $17.000\text{m}^3/\text{h}$. Η ψυκτική μονάδα, που έχει ψυκτική ισχύ 200 kW , είναι τεσσάρων χωριστών κυκλωμάτων και είναι εφοδιασμένη με ισάριθμους ερμητικούς συμπιεστές και υδρόψυκτους συμπυκνωτές. Τα τέσσερα κυκλώματα διασφαλίζουν την απαραίτητη ψυκτική ικανότητα σε περιπτώσεις ανάγκης και τη ρύθμιση ανάλογα με τη μεταβολή των θερμικών φορτίων. Το νερό ψύξης των συμπυκνωτών προσφέρεται από έναν πύργο. Το σχεδιάγραμμα του υδραυλικού κυκλώματος φαίνεται στην εικόνα 3.4. Αν και από αεραυλικής και μηχανικής πλευράς είναι απλή, η εγκατάσταση της Καπέλα Σιξτίνα διαθέτει ένα προηγμένο σύστημα ελέγχου και ρύθμισης που κάνει δυνατή την προστασία των τοιχογραφιών μέσα σε ένα πολύ περιορισμένο πεδίο συνθηκών. 92 αισθητήρες (εκ των οποίων 40 stand-by) έχουν κατανομηθεί μέσα στην Καπέλα, κοντά στις τοιχογραφίες και σε πολυάριθμα άλλα χαρακτηριστικά σημεία, για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας και συνδέονται μεταξύ τους με 29 km

καλωδίων. Ένας αισθητήρας της θερμοκρασίας του σημείου δρόσου, κοντά σε μία τοιχογραφία, φαίνεται στην εικόνα 3.5. Η θερμοκρασία διατηρείται, το χειμώνα στους 20°C και το καλοκαίρι στους 25°C με μια ανοχή και στις δύο περιπτώσεις 1%. Η μεταβολή γίνεται με τρόπο πολύ σταδιακό για να προληφθούν τάσεις και διαστολές των τοιχογραφημένων επιφανειών. Η σχετική υγρασία του αέρα στις τοιχογραφίες



δ

Εικ. 3.4- Λειτουργικό σχεδιάγραμμα της εγκατάστασης κλιματισμού της Καπέλα Σιζίνα. Απεικονίζεται το υδραυλικό καθώς και το αεραυλικό σύστημα.



Εικ. 3.5- Ένας από τους αισθητήρες της θερμοκρασίας του σημείου δρόσου του αέρα εγκατεστημένος κοντά σε μια τοιχογραφία.

Διατηρείται όλο το χρόνο στο 55% ($\pm 5\%$). Με αυτές τις συνθήκες επιτυγχάνεται η ασφαλής πρόληψη του σχηματισμού υγρασίας πάνω στις τοιχογραφίες. Κάθε ένα από τα σήματα που προέρχονται από τους αισθητήρες μπορεί να επιλεγεί για την απόκτηση των κλιματικών δεδομένων που μετρήθηκαν. Οι τιμές μπορεί να προβληθούν σε πραγματικό χρόνο σε κάθε οθόνη των PC που περιλαμβάνονται στο σύστημα ή είναι συνδεδεμένα μ' αυτό.

Η απόκτηση των επιθυμητών δεδομένων από το σύστημα γίνεται αυτόματα και σε συνεχή βάση. Κανονικά κάθε τμήμα περισυλλογής δεδομένων μπορεί να συλλέξει έως 192 τιμές για κάθε σημείο υπό εξέταση. Το σύστημα είναι διαμορφωμένο για να ανακαλεί αυτόματα κάθε ημέρα όλα τα περισυλλεγμένα από τα διάφορα τμήματα δεδομένα και να τα απομνημονεύει σε σκληρό δίσκο και σε floppy disk των 3,5 ιντσών. Μπορεί να ζητηθεί η εκτύπωση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν οποιαδήποτε ημέρα. Το σύστημα ελέγχου εντοπίζει τα σήματα συναγερμού αυτόματα και με συνεχή τρόπο. Παρουσία μιας κρίσιμης κατάστασης, για τις ελεγχόμενες κλιματικές παραμέτρους καθώς και για τη λειτουργία των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων, το σύστημα παρουσιάζει στην οθόνη του PC τη συνθήκη συναγερμού και την τυπώνει αυτόματα, μαζί με την απομνημόνευση στον πρωτεύοντα τομέα του που είναι αφιερωμένος στους συναγερμούς, της ημερομηνίας και ώρας του συναγερμού, του

σημείου συναγερμού, της ονομαστικής τιμής και της εκτός ορίου τιμής που μετρήθηκε. Ο πρωτεύοντας αυτός τομέας μπορεί να περιέχει έως 150 συναγερμούς. Όταν πληρωθεί, όλα τα συγκεντρωμένα δεδομένα μεταφέρονται αυτόματα σε ένα δευτερεύοντα τόμο, που μπορεί να περιέχει έως 300 συναγερμούς. Εκτός από την αποστολή στα PC χειρισμού της αίθουσας ελέγχου του Βατικανού, οι συναγερμοί μπορούν να μεταδοθούν σε πραγματικό χρόνο, με modem και τηλεφωνική σύνδεση, σε ένα ανάλογο σύστημα του κατασκευαστή των μηχανημάτων.

Κεφάλαιο 4

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων στους προθάλαμους

Η μελέτη και κατασκευή των προθαλάμων παρουσιάζει λοιπόν μία σειρά απαιτήσεων που τρέπεται να συμβιβαστούν μεταξύ τους και αυτό απαιτεί γνώση και εξειδίκευση. Από πλευράς μελέτης και κατασκευής των εγκαταστάσεων κλιματισμού οι προθάλαμοι αντι-



Εικ. 4.1 - Προθάλαμος ενός συγκροτήματος γραφείων στον οποίο η διάχυση του αέρα γίνεται από γραμμικά στοιχεία.

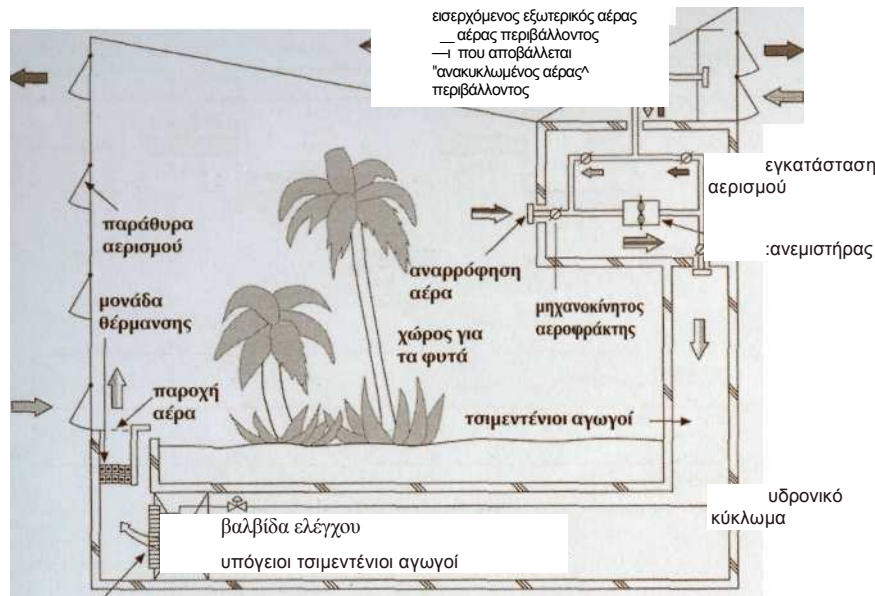


Εικ. 4.2 - Στόμια παροχής στον τοίχο για τη διανομή του αέρα στο ισόγειο του προθαλάμου ενός εμπορικού κέντρου.

προσωπεύουν μία ιδιαίτερη κατάσταση από πολλές απόψεις. Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες επηρεάζουν πολλές φορές αισθητά τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Άλλο πρόβλημα είναι εκείνο της διαστρωμάτωσης του αέρα, λόγω του μεγάλου ύψους αυτών των χώρων. Αυτή μπορεί να γίνει εκμεταλλεύσιμη, το χειμώνα, με αποδιαστρωματωτές ή με συστήματα αναρρόφησης για να θερμανθούν οι κάτω ζώνες. Δεν πρέπει να παραμελούνται τα ρεύματα και οι πιθανές πτώσεις ψυχρού αέρα. Εισροές και προφιλτράρισμα του αέρα προσθέτουν άλλα στοιχεία πολυπλοκότητας στο γενικό πλαίσιο. Τα θερμικά φορτία πρέπει να εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις σημαντικές πηγές καθώς και τις απώλειες θερμότητας από ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Η χρήση διπλών ή τριπλών τζαμιών με αεροθάλαμους είναι πλέον καθιερωμένη. Η χρήση επίσης στρωμάτων αέρος για να προληφθεί το φαινόμενο της συμπύκνωσης, στις ζώνες με ψυχρά κλίματα αποτελεί μια σημαντική απαίτηση.

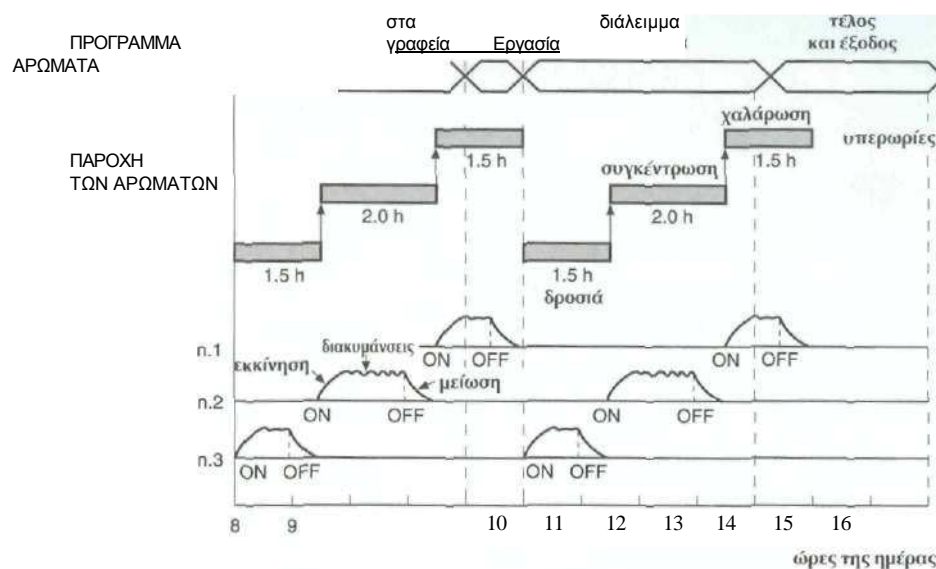
Τα συστήματα κλιματισμού που χρησιμοποιούνται συνήθως για τους προθάλαμους είναι αποκλειστικά με αέρα. Στο ισόγειο η διάχυση του αέρα γίνεται με τρόπον ώστε να περιλαμβάνει μία ζώνη περιορισμένου ύψους με σκοπό τον περιορισμό του μεγέθους και της κατανάλωσης ενέργειας της εγκατάστασης.

Χρησιμοποιούνται ευρύτατα γραμμικά στόμια αερισμού εγκατεστημένα στις ψευδοροφές των περιφερειακών διαδρόμων και στόμια διανομής στον τοίχο στους διάφορους ορόφους. (Βλέπε εικόνες 4.1 και 4.2). Στη βόρεια Ευρώπη χρησιμοποιούνται επίσης ακροφύσια υψηλής επαγωγής και μεγάλης εμβέλειας. Ένας σίγουρα καθόλου συνηθισμένος προθάλαμος, το Sakuya konohanakan στην



ψύκτης/εξατμιστικός υγραντής

Εικ. 4.3- Σχεδιάγραμμα της εγκατάστασης κλιματισμού του Sakuya Konohanakan στην Οσάκα, που αποτελεί το πιο μεγάλο συγκρότημα με σκοπό τη διατήρηση φυτών και φυτικών ειδών στην Ιαπωνία.



Εικ 4.4 Αρωματοθεραπευτικό πρόγραμμα που εκτελείται στο KI Building στο Τόκιο με τη χρήση διαφόρων αρωμάτων που είναι σε θέση να προκαλέσουν χαλάρωση ή συγκέντρωση στους ανθρώπους.

Οσάκα, είναι το πιο μεγάλο συγκρότημα που προορίζεται για τη διατήρηση φυτών και άλλων φυτικών ειδών στην Ιαπωνία. Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού πρέπει να διατηρούν τις άριστες θερμοϋγρομετρικές συνθήκες για τα διάφορα είδη που υπάρχουν.

Ένα βασικό σχεδιάγραμμα των εγκαταστάσεων φαίνεται στην εικόνα 4.3. Ο αέρας διανέμεται από τσιμεντένια κανάλια κάτω από το φυτεμένο έδαφος και διαχέεται από κάτω στην περίμετρο των κτιρίων. Πολυάριθμες μέθοδοι εφαρμόζονται για να εξασφαλιστούν οι αναγκαίες αλλαγές αέρα, με τη συμβολή και του φυσικού αερισμού, ο έλεγχος της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της στάθμης φωτισμού καθ'όλη τη διάρκεια του έτους. Μία άλλη πρωτότυπη κατασκευή, επίσης στην Ιαπωνία, είναι ο προθάλαμος του KI Building στο Τόκιο, στον οποίο η εγκατάσταση κλιματισμού συμπληρώνεται από ένα σύστημα αρωματοθεραπείας. Αυτό, ελεγχόμενο από έναν υπολογιστή, εισάγει στη ροή του παροχτευμένου στον προθάλαμο και στα προσκείμενα γραφεία σέρα, κατάλληλα δοσολογημένες ποσότητες αρωμάτων σύμφωνα με ένα πρόγραμμα και τα οποία δημιουργούν αισθήσεις χαλάρωσης ή συγκέντρωσης στους ανθρώπους, ανάλογα με τις ώρες της ημέρας. Το αρωματοθεραπευτικό πρόγραμμα απεικονίζεται στην εικόνα 4.4.

Οι προθάλαμοι προσθέτουν αναμφίβολα αξία και κύρος στο κτίριο αλλά το μέγεθος αυτό δεν μπορεί να μετρηθεί και έρχεται αντιμέτωπο με το κόστος κατασκευής.

Κεφάλαιο 5

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων στα θερμοκήπια

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα θερμοκήπια είναι κλειστοί χώροι μέσα στους οποίους αναπτύσσονται φυτά και οπωροκηπευτικά προϊόντα ανεξάρτητα από την εποχή του έτους και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Επειδή ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών, μέσα στα θερμοκήπια, είναι το ηλιακό φως, γι' αυτό συμβάλλουν αποφασιστικά στην απόδοσή τους, το σχήμα τους, το υλικό κάλυψης του δομικού σκελετού και η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών.

Τα δομικά σχήματα των θερμοκηπίων περιλαμβάνουν άκαμπτους σκελετούς με αετώματα, γοθικές ασίδες και ημικυκλικά πλαίσια.

Τα υλικά κάλυψης του δομικού σκελετού των θερμοκηπίων είναι τα άκαμπτα πλαστικά, φιλμ από πολυαιθυλένιο και πολυεστέρα, το γυαλί και το φάιμπερ γκλας.

Στο διάγραμμα της εικόνας 5.1 φαίνεται το ποσοστό (%) της ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου των υλικών κάλυψης του δομικού σκελετού, σε συνάρτηση με τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών πάνω στα προαναφερθέντα υλικά.

Για να αποκτήσουμε τη μέγιστη εκμετάλλευση του ηλιακού φωτός συμβουλευόμαστε τα δεδομένα της εικόνας 5.1 και επιπλέον φροντίζουμε, κατά το σχεδιασμό, να επιτύχουμε τη μέγιστη δυνατή τζαμωτή επιφάνεια και τη μικρότερη δομική επιφάνεια.

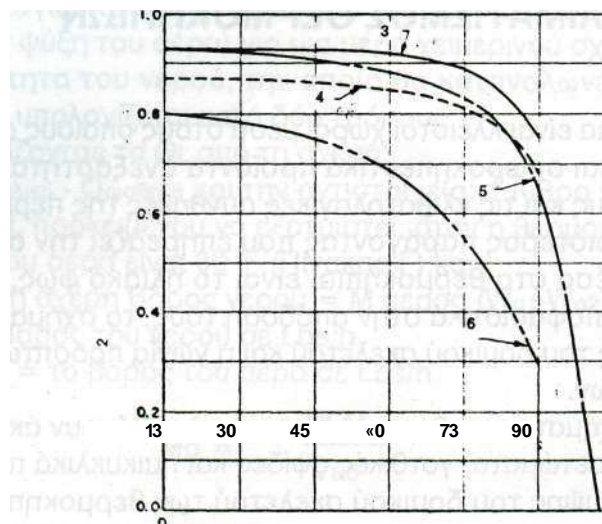
Ο προσανατολισμός των θερμοκηπίων είναι σημαντικός παράγοντας, γι' αυτό στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40° και μεγαλύτερα προτιμάται η κορυφή της στέγης να είναι προσανατολισμένη στον άξονα Ανατολή Δύση, ώστε οι παρειές της οροφής και η μία εκ των πλευρών να κοιτάζει το Νότο, ο οποίος προτιμάται.

Αυτοί οι προσανατολισμοί των θερμοκηπίων έχουν ως αποτέλεσμα τη

μεγαλύτερη ολική ηλιακή ενέργεια, που μεταδίδεται κατά τη διάρκεια των μέσων μηνών του χειμώνα, σε σχέση με άλλους προσανατολισμούς.

Στα περισσότερα, όμως νότια γεωγραφικά πλάτη, η μέγιστη μετάδοση ηλιακού φωτός αποκτάται με ένα προσανατολισμό του θερμοκηπίου πάνω στον άξονα Βορρά Νότου.

Εικόνα 5.1. Διάγραμμα μετάδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου των πλαστικών και γυάλινων υλικών, σε συνάρτηση με τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών



Γωνία προσπτώσεως σε °

1. Γωνία προσπτώσεως των ηλιακών ακτινών σε μοίρες, 2. Ποσοστό μετάδοσης % της ηλιακής ακτινοβολίας, 3. Καμπύλη πολυαιθυλενίου, 4. Καμπύλη πολυεστέρα, 5. Καμπύλη γυαλιού, 6. Φαίμπερ γκλας.

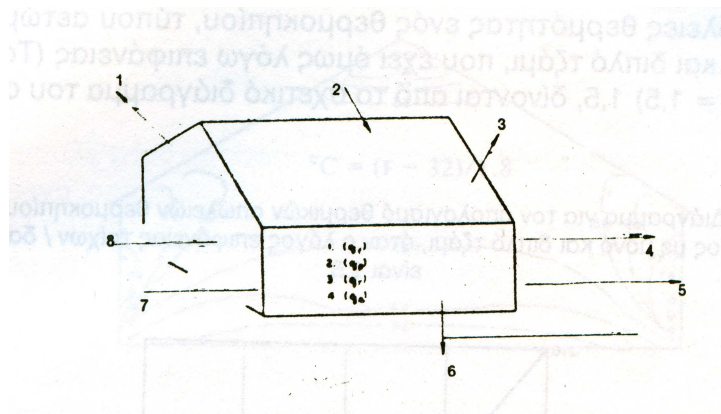
Για να είναι ένα θερμοκήπιο ενεργειακά ισορροπημένο, πρέπει κατά τη μελέτη να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράγοντες, οι οποίοι απεικονίζονται και σχηματικά στην εικόνα 5.2.

Τέλος, η ολική ροή υγρασίας πρέπει να είναι ίση με την απελευθερωμένη υγρασία στο θερμοκήπιο από την εξάτμιση της εφιδρώσεως.

5.2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Τα πιο κοινά συστήματα θέρμανσης των θερμοκηπίων είναι εκείνα που χρησιμοποιούν το θερμό νερό ή τον ατμό σε σωλήνες χωρίς πτερύγια ή με πτερύγια, για την αύξηση της επιφάνειας ακτινοβολίας τους. Επίσης χρησιμοποιούνται και θερμαντικές μονάδες (αεριολέβητες κ.λπ.) οι οποίες θερμαίνουν τον αέρα του θερμοκηπίου.

Εικόνα 5.2



1. Φορτία θερμότητας εξ αγωγιμότητας, 2. Είσοδος ηλιακής θερμότητας, 3. Θερμική ακτινοβολία προς τον ουρανό, 4. Ατμοί νερού (υγρασία) από τον εξερχόμενο αέρα, 5. Αισθητή θερμότητα από τον εξερχόμενο αέρα, 6. Απώλεια θερμότητας προς το έδαφος, 7. Αισθητή θερμότητα από τον εισερχόμενο αέρα, 8. Ατμοί νερού (υγρασία) από τον εισαγόμενο αέρα, 9. Θερμότητα που προστίθεται από τον εξοπλισμό του θερμοκηπίου, 10. Θερμότητα που

χρησιμοποιείται για την φωτοσύνθεση, 11. Θερμότητα που απελευθερώνεται από την αναπνοή των καλλιεργουμένων φυτών.

Η διατήρηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του κρύου καιρού, είναι το κύριο στοιχείο σχεδίασης και κατασκευής ενός θερμοκηπίου, όπου επιλέγεται ως ανεκτός συντελεστής ολικής θερμοπερατότητας, για τις συνολικές απώλειες του θερμοκηπίου, $U = 1,13 \text{ BTU/h.F}_t^2.\text{F}$ ή $5,65 \text{ Kcal/h.m}^2.\text{C}$, για κατασκευές με απλό τζάμι και $0,70 \text{ BTU/h.F}_t^2.\text{F}$ ή $3,5 \text{ Kcal/h.m}^2.\text{C}$ για κατασκευές με διπλό τζάμι, όπου όμως το διάκενο μεταξύ των δύο τζαμιών πρέπει να είναι τουλάχιστον 19 mm.

Οι απώλειες θερμότητας λόγω διείσδυσης του αέρος, για μεν τις κατασκευές με διπλό τζάμι, συνήθως, θεωρούνται αμελητέες, για δε τις κατασκευές με μονό τζάμι υπολογίζονται στο επίπεδο των 2 έως 3 αλλαγών ανά ώρα και με βάση τους γνωστούς τρόπους υπολογισμού.

Στα θερμοκήπια με πλαστικά καλύμματα η θερμική ακτινοβολία, που εναλλάσσεται πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, όταν έχει διαπιστωθεί ότι η θερμική εναλλαγή αντιπροσωπεύει άνω του 28% της ολικής απαιτούμενης θερμότητας για θερμοκήπια, που είναι καλυμμένα με απλό πλαστικό τζάμι από πολυαιθυλένιο και 39% για κατασκευές με διπλά τζάμια.

Οι απώλειες θερμότητας ενός θερμοκηπίου, τύπου αετώματος, με μονό και διπλό τζάμι, που έχει όμως λόγω επιφάνειας (Τοίχος / Δάπεδο = 1,5) δίνονται από σχετικό διάγραμμα .Στην εικόνα 5.4 που ακολουθεί δείχνονται λεπτομέρειες για την κίνηση του θερμού αέρα μέσα στα θερμοκήπια .Η πιο συνήθης μέθοδος θέρμανσης είναι αυτή του ακτινοβολούντος σωλήνα κατά μήκος των πλευρικών τοιχωμάτων και θέσεις, που να διευκολύνουν τη δημιουργία των επιθυμητών ρευμάτων μεταφοράς της θερμότητας .Μία άλλη μέθοδος θέρμανσης είναι αυτή που χρησιμοποιεί ακροφύσιο, το οποίο καταθλίβει τον ζεστό αέρα με μεγάλη ταχύτητα, από την κάτω πλευρά της οροφής του θερμοκηπίου.

Η ανάμιξη του θερμού αέρα, που εκτοξεύεται από το ακροφύσιο, με τον αέρα του θερμοκηπίου έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της θερμοκρασίας του εκτοξευμένου αέρα, πριν περάσει στο επίπεδο των φυτών.

Η συμβατική καλλιέργεια απαιτεί ζεστό έδαφος για πρόσθετη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, νερό και θρεπτική αντίληψη.

Η υπέρυθρη θέρμανση δεν μας δίνει γενικά την επιθυμητή θερμοκρασία στο έδαφος, γι' αυτό η χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου είναι περιορισμένης έκτασης. Είναι όμως επιθυμητή στην ανάπτυξη των λουλουδιών.

5.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο αερισμός των θερμοκηπίων με φυσική διείσδυση του αέρα από την κορυφή και ανεμιστήρων που είναι τοποθετημένοι στους πλευρικούς τοίχους.

Επίσης ορισμένες κατασκευές χρησιμοποιούν αυτόματα εξαεριστικά, τα οποία σχεδιάζονται σε δύο βασικούς τύπους:

1. Με υδραυλική ενέργεια του νερού.
2. Με ηλεκτροκινητήρα και στρόφαλο.

Ο υδραυλικός τύπος χρησιμοποιείται πολύ σε μεγάλα θερμοκήπια με γυαλί, στην Αγγλία.

Όπως είναι γνωστό ο φυσικός αερισμός, γενικά, δεν παρέχει αξιόπιστο έλεγχο της παροχής του αέρα, και κατ' επέκταση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου, διότι εξαρτάται από την ταχύτητα και τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, καθώς επίσης και από το σχήμα του κτιρίου.

Η χρήση των ανεμιστήρων γίνεται δημοφιλής, διότι εξασφαλίζει ένα θετικό έλεγχο του αερισμού και της θερμοκρασίας, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες .

Η εξέλιξη στους τρόπου αερισμού των θερμοκηπίων έχει καταλήξει στην χρήση συστημάτων με πίεση, όπου σ' έναν ανεμιστήρα ενσωματώνονται οι λειτουργίες της διανομής θερμότητας, αερισμού και κινήσεως του αέρα, όπου η εγκατάσταση προβλέπει να είναι ο ανεμιστήρας εξοπλισμένος με εναλλάκτη θερμότητας και μηχανισμούς κινήσεως, τάμπερς, για τη ρύθμιση του αέρα εισαγωγής και εξαγωγής, όταν το απαιτούν οι συνθήκες.

Όπως είναι γνωστό ο αέρας των θερμοκηπίων επανακυκλοφορεί συνεχώς, εκτός των περιπτώσεων εκείνων, όπου κατά τη διάρκεια περιόδων απαιτείται αερισμός, οπότε, τότε, το τάμπερ του εξωτερικού τοίχου κάνει τις παρακάτω κινήσεις:

- α) Ανοίγει το εξωτερικό τάμπερ μιας ροής και εξέρχεται ο εσωτερικός αέρας.
- β) Ταυτόχρονα κλείνει το οριζόντιο τάμπερ για να εμποδίσει την επανακυκλοφορία του αέρα.

Όταν η θερμοκρασία ανέβει πάνω από τα επιθυμητά επίπεδα, τότε ανοίγουν οι εξωτερικές περσίδες, του ανεμιστήρα, ενώ το οριζόντιο τάμπερ κλείνει επιτρέποντας στον ανεμιστήρα να αναρροφήσει τον εξωτερικό αέρα και να τον καταθλίψει μέσα στο θερμοκήπιο.

Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι κανονικά τοποθετημένος στον ανεμιστήρα, ώστε να

καταθλίβει τον ζεστό αέρα στο θάλαμο επανακυκλοφορίας.

5.4. ΨΥΞΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Όταν προκύπτει ανάγκη να αποκτηθούν θερμοκρασίες μικρότερες από το εξωτερικό περιβάλλον, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα οικονομικό και αποτελεσματικό σύστημα ψύξεως, το οποίο να μπορεί να αφαιρέσει τα πολύ μεγάλα θερμικά φορτία που προστίθενται από την ηλιακή ακτινοβολία. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας πάνω από το προκαθορισμένο σημείο, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερες απ' αυτόν του $\text{control} \pm 0,6 \text{ C}$.

Τα σημεία όπου έχει τεθεί η θερμοκρασία θα πρέπει να είναι ρυθμισμένα από $12,8 \text{ C}$ έως 35 C .

Για να ψύξουμε εμπορικά θερμοκήπια, χρησιμοποιούμε εξατμιστικά ψυκτικά συστήματα, τα οποία είναι πολύ οικονομικότερα από τα γνωστά συμβατικά ψυκτικά συστήματα.

Στην πράξη έχουν χρησιμοποιηθεί, υπολογιστικά, τιμές ηλιακής ακτινοβολίας (Ηλιακό όφελος) 3124 έως 3352 KJ/m^2 οριζόντιας επιφάνειας (695 έως 723 Kcal/m^2).

Το ηλιακό όφελος μέσω των καθέτων τοίχων ποικίλει, κατά μέσο όρο, ανάλογα με τον προσανατολισμό των τοίχων του θερμοκηπίου, έτσι, ώστε μία τιμή 342 KJ/m^2 (76 Kcal/m^2) να είναι η πλέον προσεγγιστική.

Σε γυάλινα θερμοκήπια, όπου μία θερμοκρασιακή διαφορά των $22,2 \text{ C}$ είναι επιθυμητή, αυτό θα αποκτήσει ποσό 513 KJ/m^2 εκτιθέμενης επιφάνειας.

Εάν το δάπεδο των θερμοκηπίων είναι υγρό και οι βάσεις γεμάτες με φυλωτά φυτά, τότε το $0,5$ της ηλιακής ακτινοβολίας, χρησιμοποιείται για να εξατμίσει το νερό που αντιπροσωπεύει τη λανθάνουσα θερμότητα.

Τα πιο δημοφιλή ψυκτικά συστήματα στα εμπορικά θερμοκήπια είναι αυτά με υγραμένα παραγεμίσματα και ομιχλώδους εξατμίσεως του νερού, τα οποία όμως προσθέτουν υγρασία στον αέρα του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η δύναμη των φυτών από την καταπόνηση της υγρασίας.

Τα ψυκτικά συστήματα με παραγεμίσματα, χρησιμοποιούν στρώματα, από βαμβάκι που είναι υγραμένα με νερό, όπου περνώντας μέσα από τη μάζα τους ο αναρροφώμενος από τον ανεμιστήρα εξωτερικός αέρας προκαλεί την εξάτμιση του νερού με αποτέλεσμα να ψύχεται ο αέρας και κατ' επέκταση το θερμοκήπιο.

Τα παραγεμίσματα τοποθετούνται στα τοιχώματα του θερμοκηπίου και ακριβώς στην

έξοδο των ανεμιστήρων, έτσι, ώστε ο εξωτερικός αέρας που αναρροφά ο ανεμιστήρας να καταθλίβεται πάνω στην υγρή επιφάνεια των παραγεμισμάτων και να προκαλεί την εξάτμιση του νερού και την ψύξη του αέρα.

Ένα m^2 παραγεμίματος συνιστάται για κάθε 70,8 lit/sec ποσότητας αέρα, που διακινείται μέσω των ανεμιστήρων. Η απαραίτητη ροή νερού διαμέσου της επιφάνειας του παραγεμίματος, πρέπει να είναι γύρω στα 0,07 lit/sec. m^2 . Ένα άλλο σύστημα ψύξεως των θερμοκηπίων είναι το σύστημα εξατμίσεως τύπου ομίχλης, το οποίο αποτελείται από ακροφύσια ομίχλης, που τοποθετούνται στο πάνω τμήμα του οικήματος. Η ροή του αέρα πρέπει να ξεκινά από την περιοχή όπου βρίσκονται τα ακροφύσια ομίχλης προς την περιοχή ανάπτυξης των φυτών. Για να επιτευχθεί η διάσπαση του νερού σε πολύ μικρά μόρια (ομίχλη), είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση υψηλών πιέσεων της τάξης 1378 έως 3445 KPa (200 έως 500 PSI).

Το σύστημα της ψύξης με ομίχλη έχει καλά αποτελέσματα, όταν ο αερισμός των θερμοκηπίων γίνεται με ανεμιστήρες και όχι με φυσική διείσδυση του αέρα.

5.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Γενικά όλοι οι αισθητήρες για τον έλεγχο της θέρμανσης, του αερισμού και της ψύξης, θα πρέπει να είναι τοποθετημένοι στο ύψος των φυτών και σε μία περιοχή, όπου θα αισθάνονται τη μέση θερμοκρασία, αφού, όμως ληφθούν μέτρα προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αξιοπιστία του συστήματος ελέγχου.

Για την προστασία των αισθητήρων από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιούνται υλικά σκίασης με πολύ χαμηλό συντελεστή θερμοαγωγιμότητας και επί πλέον θετική ροή αέρος γύρω από τον αισθητήρα, διότι διαφορετικά, αν το υλικό σκίασης του αισθητήρα έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, τότε μπορεί η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφανείας του να επηρεάσει σημαντικά την αξιοπιστία της μέτρησης του αισθητήρα, λόγω της θερμικής ακτινοβολίας της εσωτερικής επιφάνειας πάνω στον αισθητήρα του οργάνου ελέγχου.

5.6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

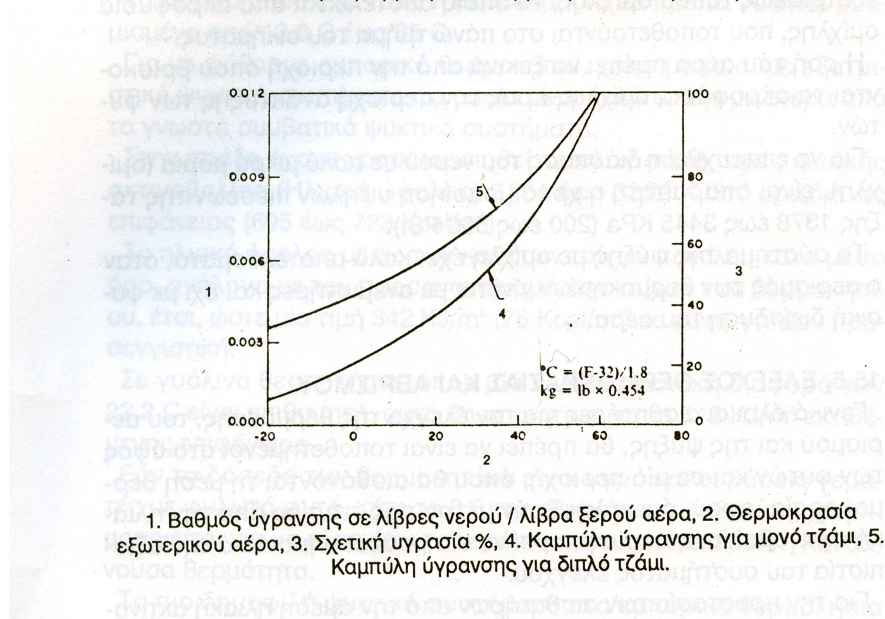
Ο έλεγχος της υγρασίας είναι αναγκαίος τόσο στους ψυχρούς, όσο και στους θερμούς καιρούς στα επιθυμητά όρια.

Όταν έχουμε χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, τότε η σχετική υγρασία διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα μέσα στα θερμοκήπια με τον κατάλληλο αερισμό και χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα συμπύκνωσης στην ψυχρή επιφάνεια των τζαμιών.

Ο βαθμός αφύγρανσης που πραγματοποιείται είναι αντιστρόφως ανάλογος της εξωτερικής θερμοκρασίας.

600

Σχήμα 7. Διάγραμμα προσδιορισμού θεωρητικής αφύγρανσης με εσωτερική θερμοκρασία θερμοκηπίου 60 F (15,6 C)



Η θεωρητική αφύγρανση η οποία λαμβάνει χώρα μέσα στα θερμοκήπια με μονό και διπλό τζάμι υπολογίζεται από το διάγραμμα της εικόνας 5.7.

Όταν κατά τη διάρκεια των υψηλών εξωτερικών θερμοκρασιών, έχουμε υψηλή σχετική υγρασία, άνω του 90%, τότε απαιτείται έλεγχος, διότι αναπτύσσονται ασθένειες των φυτών, ιδίως κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο.

Έτσι, όταν, η εξωτερική σχετική υγρασία είναι υψηλή, τότε χρησιμοποιείται συνδυασμός θέρμανσης και αερισμού ώστε να ελαττωθεί η εσωτερική σχετική υγρασία στα επιθυμητά επίπεδα

Στις περιπτώσεις που η σχετική υγρασία των θερμοκηπίων είναι κάτω των επιθυμητών ορίων, τότε προκειμένου να αποφύγουμε την καταπόνηση των φυτών από την έλλειψη νερού χρησιμοποιούμε τον ελεγχόμενο ψεκασμό νερού, τύπου ομίχλης.

5.7. ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΜΕ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ (CO₂) ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Για να επιτευχθούν μεγαλύτεροι ρυθμοί ανάπτυξης των φυτών σε περιόδους που απαιτείται λίγο ή καθόλου αερισμός, για τον έλεγχο της θερμοκρασίας, τότε χρησιμοποιείται το διοξείδιο του άνθρακα, ως μία κοινή πρακτική αντιμετώπιση του προβλήματος.

Συγκεκριμένα ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα, είναι μία συνήθης πρακτική κατά την περίοδο, όπου ο φωτισμός είναι μεν αρκετός για την ανάπτυξη των φυτών, αλλά δεν είναι τόσο έντονος, ώστε να απαιτείται αερισμός.

Ο εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους:

- α) Με την καύση του άνθρακα, αρκεί να γίνει τέλεια η καύση του.
- β) Με ξηρό πάγο, ο οποίος εξατμίζεται.
- γ) Με χρήση νερού και ανθρακικού.

Κεφάλαιο 6

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων στα αεροσκάφη

Εισαγωγικά

Ο τύπος του συστήματος κλιματισμού που χρησιμοποιείται σε κάποιο αεροσκάφος σχετίζεται άμεσα με τη λειτουργία και την απόδοση αυτού του αεροσκάφους. Οι πληροφορίες που ακολουθούν εφαρμόζουν σε υποηχητικά αεροπλάνα εμπορικής χρήσης. Σ' αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι απαιτήσεις των συστημάτων κλιματισμού των αεροπλάνων δεν έχουν καμία σχέση με τα αντίστοιχα συστήματα οικιακής χρήσης. Συγκεκριμένα τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στα αεροσκάφη πρέπει να είναι ελαφριά, αξιόπιστα, ευκολοπροσβάσιμα, να αντέχουν περιβάλλοντα υψηλού υψομέτρου και τέλος να προσαρμόζονται σε πιθανές αποτυχίες.

6.1 Σχεδιαστικές συνθήκες

Ο εξωτερικός αέρας (του αεροπλάνου) σε μεγάλα υψόμετρα δεν είναι μολυσμένος σε σχέση με τον αέρα στο έδαφος. Είναι επίσης γνωστό ότι το αεροπλάνο ξοδεύει ελάχιστο χρόνο στο έδαφος σε σχέση με το χρόνο πτήσης. Άρα, είναι αντιληπτό ότι οι περιβάλλουσες (το αεροπλάνο) συνθήκες μπορεί να αλλάξουν γρήγορα.

Περιβάλλουσα θερμοκρασία , υγρασία και πίεση

Η εικόνα 6.1 δείχνει τυπικά , σχεδιαστικά προφίλ περιβάλλουσας θερμοκρασίας για ζεστές , κρύες και κανονικές ημέρες .Οι περιβάλλουσες θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό ενός συγκεκριμένου αεροσκάφους μπορεί να είναι ψηλότερες ή χαμηλότερες από αυτές που φαίνονται στην εικόνα 6.1, ανάλογα πάντα με τις περιοχές στις οποίες το αεροπλάνο πετάει. Η περιβάλλουσα υγρασία που λαμβάνεται υπόψιν κατά το σχεδιασμό για διαφορετικά υψόμετρα για μεταφορικά αεροπλάνα φαίνεται στην εικόνα 6.2. Η ποσότητα υγρασίας φθάνει μέχρι τα 29.2g/kg ξηρού αέρα στο επίπεδο της θάλασσας. Η μεταβολή της εξωτερικής πίεσης ανάλογα με το υψόμετρο φαίνεται στην εικόνα 6.3.

Λειτουργία του συστήματος κλιματισμού

Οι θερμαντικές και ψυκτικές δυνατότητες ποικίλλουν από αεροσκάφος σε αεροσκάφος. Ωστόσο η λειτουργία του όλου συστήματος οφείλεται στη λειτουργία της βοηθητικής μονάδας παραγωγής ισχύος. Ένα οποιοδήποτε σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να φέρει την καμπίνα σε θερμοκρασία μεταξύ 21 βαθμών Κελσίου με 27 βαθμούς Κελσίου μέσα σε 30 λεπτά έχοντας να αντιμετωπίσει περιβάλλουσες θερμοκρασίες της τάξεως των 32 βαθμούς Κελσίου έως 46 βαθμούς Κελσίου.

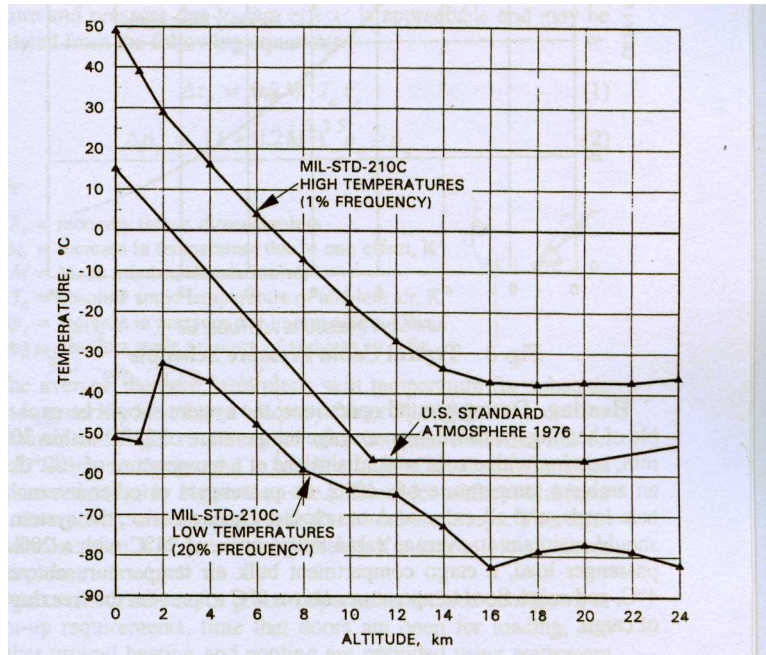


Fig. 1 Typical Ambient Temperature Profiles

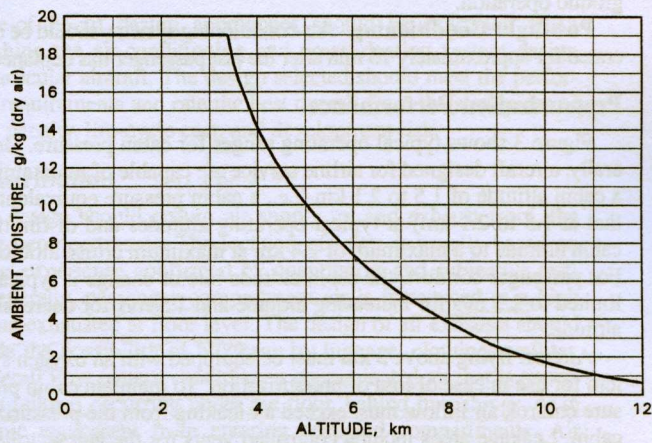
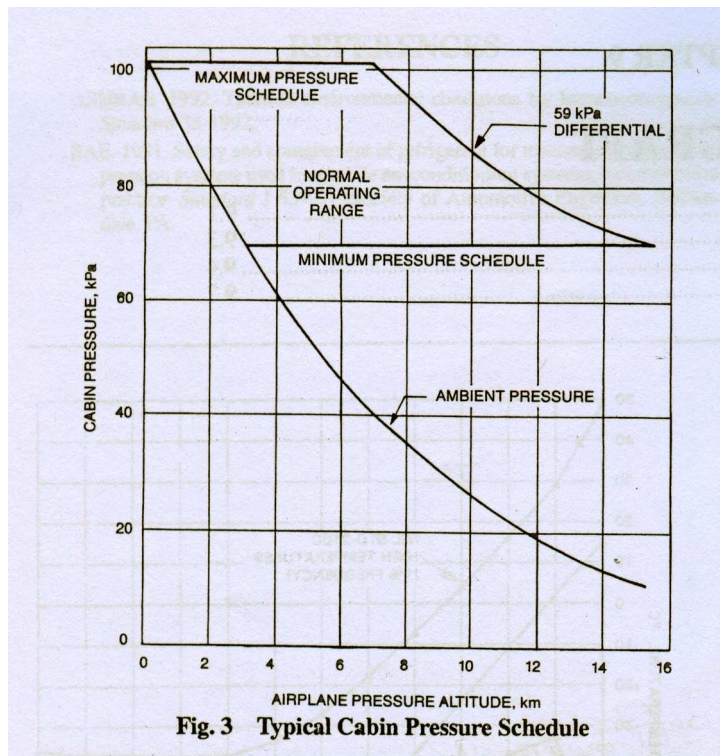


Fig. 2 Design Moisture Content at Various Altitudes

ΕΙΚόνες 6.1, 6.2



Εικόνα 6.3

Ψύξη

Κατά τη διάρκεια λειτουργιών του αεροσκάφους στο έδαφος το σύστημα κλιματισμού πρέπει να μπορεί να φέρει την καμπίνα σε θερμοκρασία ίση με 27 βαθμούς Κελσίου μέσα σε χρόνο 30 λεπτών, διατηρώντας αυτή την θερμοκρασία ενώ είναι πλήρως φορτωμένο με τις εξωτερικές πόρτες κλειστές. Κατά τη διάρκεια πτήσεως η θερμοκρασία στην καμπίνα (κατά μέσο όρο) πρέπει να είναι 24 βαθμούς Κελσίου με φουλ φορτίο.

Θέρμανση

Κατά τη διάρκεια των λειτουργιών στο έδαφος, το σύστημα πρέπει να είναι ικανό να θερμάνει την καμπίνα σε μια κατά μέσο όρο θερμοκρασία 21 βαθμών Κελσίου και 30 λεπτά έχοντας να αντιμετωπίσει ένα αεροπλάνο του οποίου το κέλυφος είναι κρύο (με υψηλή υγρασία) βρισκόμενο σε θερμοκρασία μείον 32 βαθμών Κελσίου ενώ δεν βρίσκονται επιβάτες μέσα σ' αυτό και δεν υπάρχουν άλλα εσωτερικά θερμικά φορτία και ενώ όλες οι εξωτερικές πόρτες είναι κλειστές. Κατά τη διάρκεια της πτήσης το σύστημα πρέπει να διατηρεί μια κατά μέσο όρο θερμοκρασία καμπίνας 24 βαθμών και ισχύουν

με ένα φορτίο επιβατών είκοσι τοις εκατό.

Το σύστημα κλιματισμού πρέπει να λειτουργεί ενενήντα λεπτά πριν ξεκινήσει η επιβίβαση και καθόλη τη διάρκεια του αεροσκάφους βρίσκεται στο έδαφος.

Το σύστημα κλιματισμού πρέπει να μένει σε λειτουργία για 15 λεπτά μετά την αποβίβαση του τελευταίου επιβάτη.

Λειτουργία συμπίεσης

Υπάρχουν καθορισμένα όρια πίεσης, καθώς και συγκεκριμένες ταχύτητες αλλαγής πίεσης για κάθοδο και για άνοδο. Στην εικόνα 6.3 φαίνονται τα λειτουργικά όρια για την πίεση μέσα στην καμπίνα. Για αεροσκάφη που πετούνε πάνω από 3 km, πρέπει να διαθέτουν σύστημα παροχής οξυγόνου σε περίπτωση αποσυμπίεσης. Για να διατηρηθεί η πίεση της στην καμπίνα ο εισερχόμενος αέρας πρέπει να υπερβαίνει τον διαφυγόντα αέρα της καμπίνας. Περιοχές όπου παρατηρείται διαφυγή αέρα είναι ελεγχόμενοι δίοδοι σε κουζίνα, τουαλέτα, ηλεκτρονικός εξοπλισμός και ανεξέλεγκτα σε πόρτες και δομικές ενώσεις (αρθρώσεις).

Ανανέωση αέρος

Τα τμήματα μέσα στα οποία βρίσκονται το πλήρωμα και επιβάτες πρέπει να αερίζονται συνεχώς όταν το αεροσκάφος είναι σε λειτουργία εκτός από μικρά διαστήματα όπου όλη η δύναμη του κινητήρα είναι αναγκαία για να έχει το αεροπλάνο προωθητική ισχύ. Ακολουθούν οι πραγματικοί δείκτες για ανανέωση αέρα μέσα στο αεροπλάνο.

2,4L/s per person είναι επαρκής ποσότητα εξωτερικού αέρα

612 L/s per person είναι η ποσότητα του πραγματικού αερισμού (ανακυκλοφορούμενος + εξωτερικός αέρας)

Στο κόκπιτ είναι αναγκαίοι μεγαλύτεροι δείκτες ανανέωσης αέρα έτσι ώστε να ψυχθούν οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές που βρίσκονται εκεί συν το γεγονός ότι εκεί αναπτύσσονται μεγαλύτερα ηλιακά φορτία ($P_{\text{κόκπιτ}} > P_{\text{καμπίνας}}$).

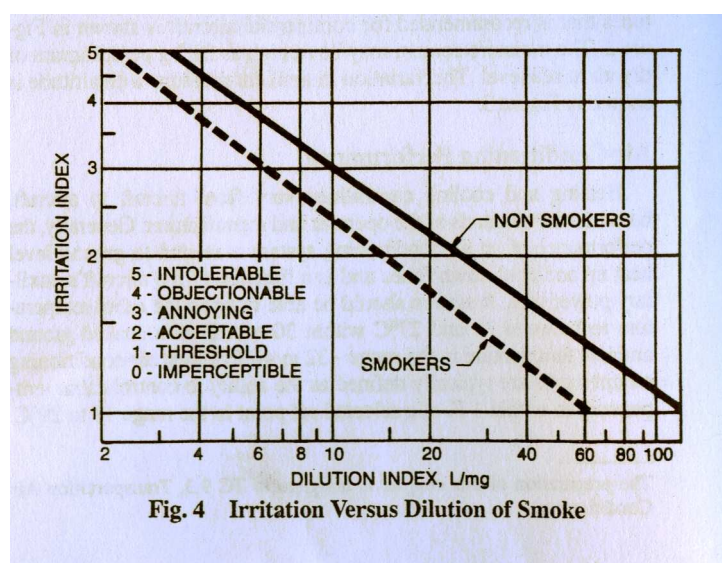
Ο ανακυκλοφορούμενος αέρας καθορίζεται μέσα από φίλτρα υψηλής αποδοτικότητας. Ο εξαερισμός έκτακτης ανάγκης είναι μερικές φορές αναγκαίος και αποτελείται από

A) εξωτερικό αέρα που έχει πεπαισθεί (bleed air)

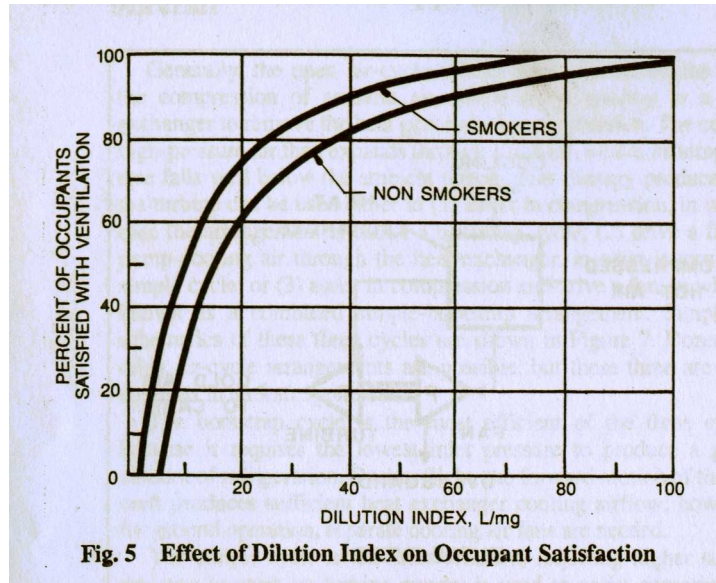
B) παροχές που ελέγχουν την πίεση της καμπίνας μέσω των βαλβίδων και οι οποίες ρουφούν τον περιβάλλοντα αέρα χαμηλής πίεσης που βρίσκεται μέσα στην καμπίνα. Αυτές οι μέθοδοι απαιτούν ότι η καμπίνα είναι αποσυμπιεσμένη.

Ποιότητα αέρα

Η ποιότητα του αέρα στην καμπίνα είναι μια περίπλοκη λειτουργία πολλών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένης της ποιότητας αέρας του περιβάλλοντος, του όγκου της καμπίνας, του σχεδιασμού του συστήματος εξαερισμού και συμπίεσης, του συστημάτων λειτουργίας και συντήρησης καθώς και της συγκέντρωσης των μολυντών . Με άλλα λόγια, ο αέρας μέσα στην καμπίνα πρέπει να είναι καθαρός και να μην περιλαμβάνει επικίνδυνες προσμείξεις από βλαβερά αέρια ή συμπυκνώματα. Επιπλέον, έχουμε τον διαχωρισμό της καμπίνας σε χώρο καπνιζόντων και σε χώρο μη καπνιζόντων(κάτι το οποίο δεν ισχύει τα τελευταία 10 χρόνια). Είναι πολύ σημαντικό ζήτημα για την ποιότητα του αέρα σε διεθνές πτήσεις είναι η συγκέντρωση του καπνού σε αποδεκτά επίπεδα. Ένας αριθμός πειραμάτων έχουν γίνει για να αποφασίσουν την αντίδραση καπνιζόντων και μη καπνιζόντων σε διαφορετικές συγκεντρώσεις καπνού. Σχετικά με αυτό είναι οι εικόνες 6.4 και 6.5.



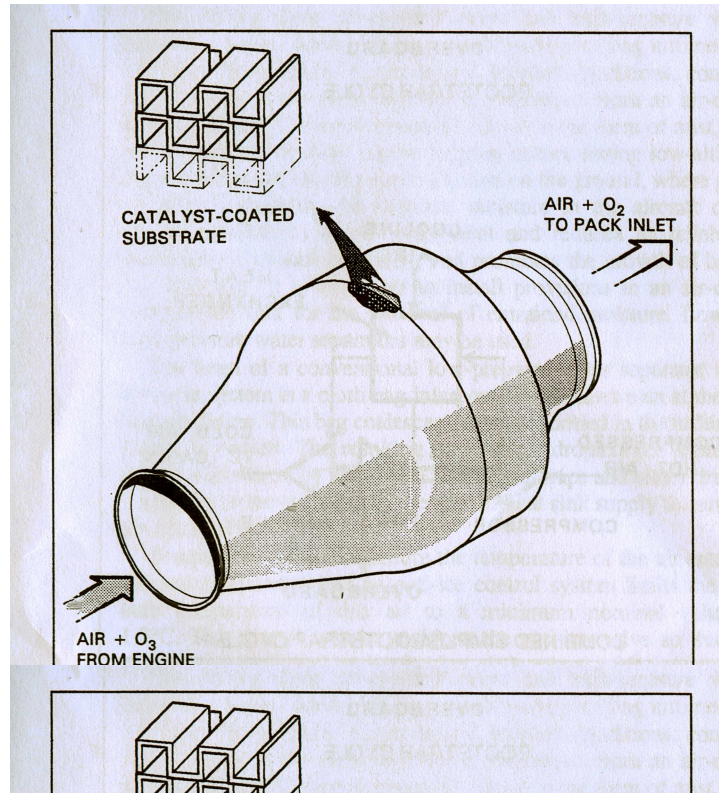
Εικόνα 6.4



Εικόνα 6.5

Όζον

Σε συγκεκριμένες περιοχές (σε γεωγραφικά πλάτη μεγαλύτερα των 40°) και κάτω από συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, αεροσκάφη που πετάνε πάνω από 9 χιλιόμετρα αντιμετωπίζουν όζον σε υψηλές συγκεντρώσεις, ικανό να επηρεάσει τον αέρα της καμπίνας. Τούτο έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται επίλεκτες μεμβράνες του πνεύμονα προκαλώντας πνευμονικό οίδημα, δύσπνοια και μειωμένη πνευμονική χωρητικότητα. Η συγκέντρωση του όζοντος μπορεί να μειωθεί με μια διαδικασία απορρόφησης, μια χημική αντίδραση με ένα φίλτρο ή μια καταλυτική διαδικασία αποσύνθεσης. Οι καταλυτικοί μετατροπείς, παρόμοιοι με αυτούς που φαίνονται στην εικόνα 6.6 εγκαθίστανται στα πνευματικά συστήματα παροχής αέρας διαλύοντας έτσι το ατμοσφαιρικό όζον.



Εικόνα 6.6

Προσδιορισμός φορτίων (Load Determination)

Τα ψυκτικά και θερμικά φορτία για ένα συγκεκριμένο αεροπλάνο μπορούν να προσδιοριστούν από μια μελέτη ανταλλαγής θερμότητας και από μια ανάλυση της ηλιακής ακτινοβολίας και εσωτερικής θερμότητας που παράγεται από τους επιβάτες και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό. Η μελέτη θα πρέπει να λάβει υπόψιν της τα πιθανά μονοπάτια ροής διαμέσου της πολύπλοκης δομής του αεροσκάφους. Οι συντελεστές ποικίλλουν ανάλογα με το υψόμετρο. Για αεροσκάφη υψηλών ταχυτήτων η αύξηση θερμοκρασία και πίεση του αέρα χάρη στα ram effects είναι εκτιμήσιμη και υπολογίζεται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\Delta t_r = 0,2M^2 T_a F_r$$

$$\Delta p_r = (1 + 0,2M^2)^{3,5} p_a - p_a$$

όπου

F_r = recovery factor, dimensionless

Δt_r = increase in temperature due to ram effect, K

M = Mach number, dimensionless

T_a = absolute static temperature of ambient air, K

Δp_r = increase in pressure due to ram effect, kPa

p_a = absolute static pressure of ambient air, kPa

Οι απαιτήσεις για αεροσκάφος που βρίσκεται εν πτήση σε σχέση με αεροσκάφος στο έδαφος μπορεί να είναι τελείως διαφορετικές. Ακόμα και για αεροσκάφη στο έδαφος οι απαιτήσεις μπορεί να διαφέρουν.

6.2 Σχεδιαστικές προσεγγίσεις

Στο ανώτατο επίπεδο τεχνικής οι σχεδιαστικές προσεγγίσεις πρέπει να εξετάζονται προτού γίνει μια εγκατάσταση των συστημάτων κλιματισμού και συμπίεσης για ένα συγκεκριμένο αεροσκάφος. Το σχέδιο που επιλέγεται πρέπει να πληρεί τις λειτουργικές απαιτήσεις και να απαντά σε έναν αριθμό κριτηρίων, όπως ο κύκλος ζωής κόστους.

Διανομή αέρα

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να εξασφαλίζει την εισαγωγή του αέρα και την εξαγωγή του από τα τμήματα των επιβατών. Η τοποθέτηση των διόδων βασίζεται σε προηγούμενη εμπειρία επιβεβαιωμένη από ποσοτικά και υποκειμενικά τεστ. Γενικότερα, ο αέρας στον χώρο των επιβατών εισάγεται από ένα ψηλό σημείο και εξάγεται από το επίπεδο του πατώματος. Η σχεδίαση των εξαγωγών του αέρα θα πρέπει να αποκλείει

το γεγονός της πιθανότητας το μπλοκάρισμα του αέρα από αποσκευές ρούχα ή απορρίμματα. Το όλο σχέδιο θα πρέπει να κρατά το μολυσμένο αέρα ο οποίος είναι πιθανόν να προκληθεί από αστοχίες οι οποίες συμβαίνουν κάτω από το επίπεδο του πατώματος, πίσω από έπιπλα ή μέσα στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό μακριά από τα τμήματα των επιβατών. Επίσης, ο αέρας από τις τουαλέτες και την κουζίνα δεν θα πρέπει να έρχεται σε καμία περίπτωση σε επαφή μέρη το χώρο των επιβατών. Με το σύστημα κλιματισμού να λειτουργεί κανονικά, η ταχύτητα του αέρα γύρω από τις θέσεις των επιβατών θα πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των τιμών 0,1 και 0,2 m/s για βέλτιστη άνεση και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0,3 m/s. Η αγωγοί και οι δίοδοι του συστήματος κλιματισμού του αέρα θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να μειώνουν τις ταχύτητες του αέρα με αποτέλεσμα τα επίπεδα θορύβου να μην είναι ενοχλητικά για τους επιβάτες. Τέλος, θα πρέπει να απαγορεύεται οποιαδήποτε παρουσία νερού κοντά στο σύστημα παροχής αέρα προς προφύλαξη των επιβατών και των αποσκευών τους.

Πηγή του αέρα

Ο αέρας που θα χρησιμοποιηθεί για τον εξαερισμό και τη διαδικασία συμπίεσης προέρχεται από την απομάστευση αέρος από κάποια ενδιάμεση βαθμίδα του συμπιεστή. Κανονικά, δεν παρατηρούνται προβλήματα μόλυνσης στον αέρα απομάστευσης (bleed air) τουλάχιστον στους σύγχρονους αεροστροβίλους. Είναι δε, τόσο μεγάλη η πίεση και θερμοκρασία του αέρα απομάστευσης που χρειάζεται να ρυθμιστεί σε μικρότερες τιμές. Η ροή αέρος που παράγεται από βοηθητικούς συμπιεστές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπληρώσει τον αέρα απομάστευσης της κυρίας μηχανής. Οι βοηθητικοί συμπιεστές μπορούν να λειτουργούν υπό την επήρεια πνευματικής, υδραυλικής ή ηλεκτρικής ισχύος. Η απομάστευση η που λαμβάνει χώρα στην κύρια μηχανή είναι μια βολική μέθοδος απόκτησης πεπιεσμένου αέρα. Ωστόσο, σαν πηγή δύναμης, ο αέρας απομάστευσης γενικά δεν είναι τόσο αποδοτικός όσο άλλες εναλλακτικές, διότι παράγεται σε πολύ υψηλά επίπεδα πίεσης. Η ηλεκτρική και υδραυλική ισχύς που μπορεί να παραχθεί είναι πολύ αποδοτική, είναι όμως περιορισμένη.

6.3 Συστήματα ψύξης

ο **κύκλος αέρα** και ο **εξατμιστικός κύκλος** είναι ψυκτικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται στο αεροσκάφος. Τα συστήματα κύκλου αέρος χρησιμοποιούνται πιο συχνά. Το γεγονός ότι είναι πολύ ελαφρά μαζί με τον συμπαγή εξοπλισμό τους και τον εύκολα διαθέσιμο αέρα απομάστευσης συνήθως αντισταθμίζουν το γεγονός της χαμηλής αποδοτικότητας.

Κύκλος αέρα

Τα συστήματα ψύξης κύκλου αέρα μπορεί να είναι είτε ανοικτά είτε κλειστά. Στο κλειστό κύκλωμα το αέριο ψυκτικό παραμένει στις σωληνώσεις των τμημάτων της ατράκτου με πίεση μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής. Τα ανοικτά συστήματα κύκλου αέρος χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην πολεμική και εμπορική αεροπλοΐα. Σε αντίθεση με το ψυκτικό μέσο ενός εξατμιστικού κύκλου ψύξης, το οποίο συνεχώς αλλάζει φάση από υγρό σε αέριο και ξανά σε υγρό, το ψυκτικό ενός κύκλου αέρος παραμένει πάντα σε αέρια φάση καθ'όλη τη διάρκεια του κύκλου.

Γενικά, η διαδικασία ψύξης ανοιχτού κύκλου αέρος ξεκινά με τη συμπίεση περιβάλλοντος αέρα(ram air), στη συνέχεια έχουμε την ψύξη σε έναν εναλλάκτη θερμότητας έτσι ώστε να απομακρύνουμε τη θερμότητα η οποία γεννήθηκε κατά τη συμπίεση. Ο κρύος υψηλής πίεσεως αέρας εκτονώνεται τότε διά μέσου μιας τουρμπίνας(στρόβιλος), με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να πέφτει αρκετά κάτω από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Η ενέργεια η οποία παράγεται στον στρόβιλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να βοηθήσει :

A) κατά τη συμπίεση, έτσι ώστε να ονομάζεται bootstrap cycle.

B) στην κίνηση ενός ανεμιστήρα ο οποίος διευκολύνει την συναλλαγή θερμότητας στον εναλλάκτη(simple cycle)

Γ) κατά την συμπίεση και την οδήγηση του ανεμιστήρα(combined simple/ bootstrap cycle)

Ο αυτοδύναμης κύκλος (bootstrap cycle)είναι ο πιο αποδοτικός σε σχέση με τους τρεις κύκλους επειδή απαιτεί τη λιγότερη πίεση εισόδου έτσι ώστε να αποδώσει μια δεδομένη ποσότητα ψύξης . Κατά τη διάρκεια της πτήσεως, η μπροστινή κίνηση του αεροσκάφους παράγει μεγάλες ποσότητες ροής αέρος οι οποίες χρησιμοποιούνται στον εναλλάκτη θερμότητας. Ωστόσο, για λειτουργία στο εδάφους ξεχωριστοί ανεμιστήρες

χρειάζονται.

Ο απλός κύκλος (simple cycle) είναι ο λιγότερο αποδοτικός, απαιτώντας υψηλή παροχή πίεσης επειδή δεν υπάρχει ενέργεια προερχόμενη από το στρόβιλο να βοηθήσει κατά τη διαδικασία της συμπίεσης. Χάρη στις υψηλές θερμοκρασίες που σχετίζονται με την υψηλότερη παροχή πίεσεως, απαιτούνται και μεγαλύτεροι εναλλάκτες θερμότητας. Επειδή ο απλός κύκλος δίνει κίνηση στο δικό του ανεμιστήρα, μπορεί να λειτουργήσει και στο έδαφος ή σε ελικοπτερα τα οποία δεν ταξιδεύουν πάντα σε εμπρόσθιο κίνηση με μεγάλη ταχύτητα.

Ο συνδυαστικός κύκλος (combined simple/ bootstrap cycle) λειτουργεί με μια ενδιάμεση αποδοτικότητα και περιλαμβάνει έναν ανεμιστήρα ψύξης. Καθένα από τα τρία συστήματα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αλλά όλα συνεχίζουν να εφαρμόζονται.

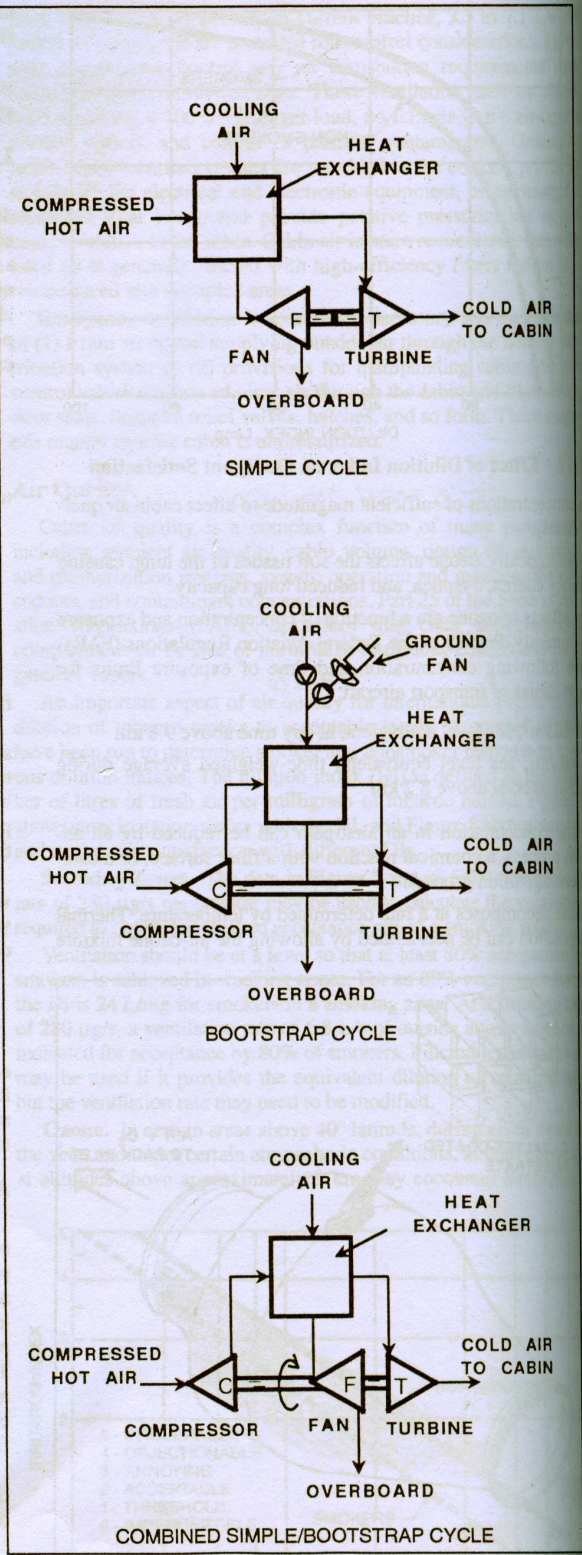


Fig. 7 Schematic Diagrams of Three Basic Air-Cycle Configurations
 (Reprinted with permission from SAE Paper #932057.
 ©1993 Society of Automotive Engineers, Inc.)

Εικόνα 6.7

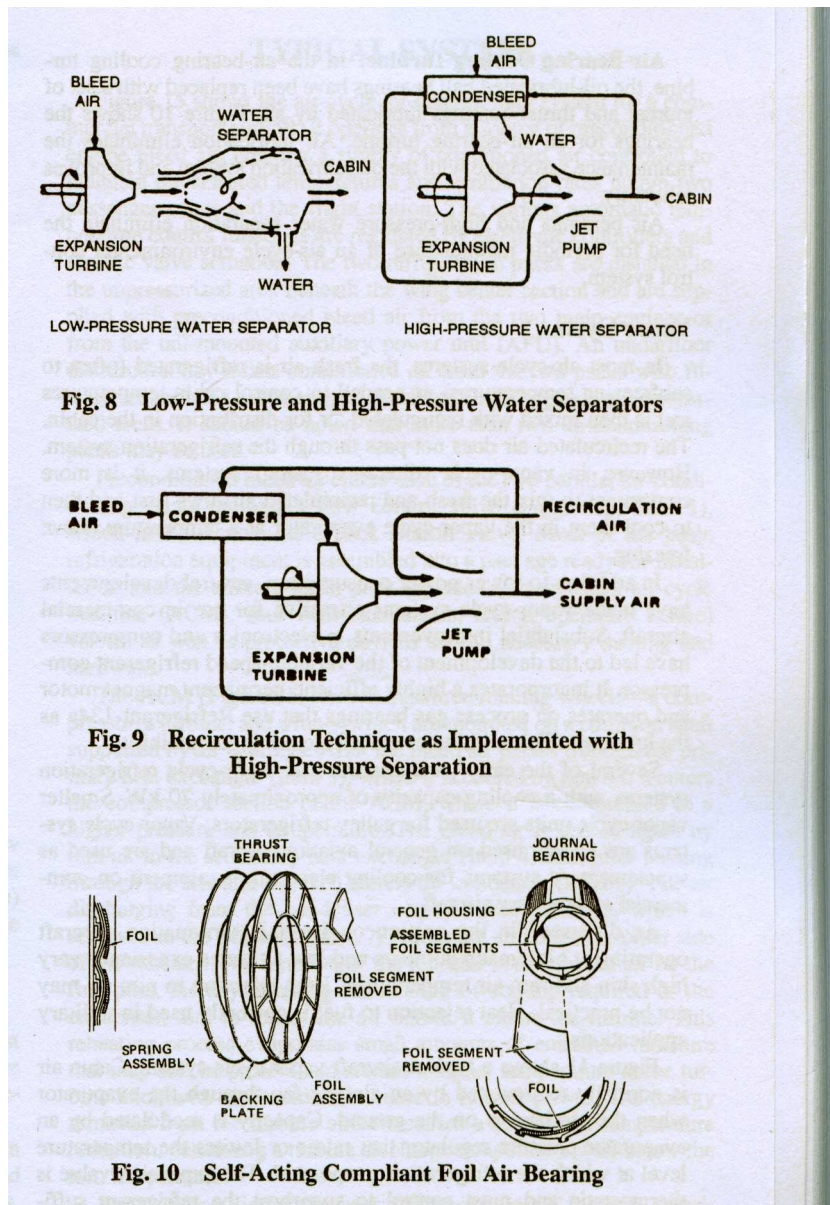
Διαχωρισμός νερού

Κάτω από υγρές περιβάλλουσες συνθήκες, η συμπύκνωση λαμβάνει χώρα ύστερα από την έξοδο του αέρα από τη μονάδα ψύξης του κύκλου αέρα. Η συμπύκνωση εμφανίζεται με τη μορφή ομίχλης, καταχνιάς, ή ακόμη και με τη μορφή χιονιού. Η υγρασία στην καμπίνα του αεροσκάφους είναι δυνατόν να προκαλέσει επιπλοκές στον εξοπλισμό και να μειώσει την αξιοπιστία του, επιταχύνοντας την δομική διάβρωση ενώ παράλληλα ευνοείται η ανάπτυξη βακτηρίων. Για αυτόν ακριβώς το λόγο είναι πολύ σημαντική η ύπαρξη ενός μηχανισμού ο οποίος θα απομακρύνει την υγρασία. Χαμηλής και υψηλής πίεσης διαχωριστές νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Η καρδιά ενός συμβατικού χαμηλής πίεσεως διαχωριστή νερού σε ένα σύστημα κύκλου αέρα είναι μια μεμβράνη η οποία εφαρμόζεται στην έξοδο του αέρα από τον στρόβιλο. Αυτή μεμβράνη συλλέγει το νερό που σχηματίζεται μέσα στην τον πυρήνα ενώ ο αέρας ψύχεται. Οι σταγόνες νερού που προκύπτουν διαχωρίζονται από το ρεύμα αέρα με τη βοήθεια φυγοκεντρικών διαχωριστών. Αυτές οι σταγόνες είτε ελευθερώνονται στο εξωτερικό περιβάλλον είτε επανεξατμίζονται μέσα στον αέρα ο οποίος ήδη έχει περάσει μέσα από τον συμπιεστή (bleed air) . Οι αισθητήρες της θερμοκρασίας μετρούν την θερμοκρασία του αέρα που εισέρχεται στον διαχωριστή νερού και ένα αντιπυκτικό σύστημα ελέγχου περιορίζει τη θερμοκρασία υγρής σφαίρας του αέρα σε μια ονομαστική τιμή των 1,7 βαθμών Κελσίου. Το σύστημα ελέγχου τοποθετεί την αντιπηκτική βαλβίδα έτσι ώστε μια σημαντική ποσότητα του ζεστού επανακυκλοφορούμενου (by pass) αέρα του στροβίλου να αναμειγνύεται με τον κρύο αέρα . Αυτό εμποδίζει το πάγωμα του νερού που συμπυκνώνεται κατά τη διαδικασία της διαστολής. Στο υψηλής πίεσης σύστημα διαχωρισμού του νερού η συμπύκνωση λαμβάνει χώρα στην είσοδο του στροβίλου. Ένα μεγάλο ποσό υγρασίας μπορεί να συμπυκνωθεί και να απομακρυνθεί σ' αυτό το σημείο, εξαιτίας κυρίως της υψηλής θερμοκρασίας του σημείου δρόσου του αέρα το οποίο σχετίζεται άμεσα με τις υψηλές πιέσεις. Ο διαχωριστής νερού υψηλής πίεσης δεν χρειάζεται συντήρηση σε αντίθεση με τον διαχωριστή χαμηλής πίεσης στον οποίο η μεμβράνη πρέπει κατά περιόδους να καθαρίζεται. Η εικόνα 6.8 δείχνει διαχωριστές νερού χαμηλής και υψηλής πίεσης.

Ανακύκλωση

Τα συστήματα κύκλου αέρος με διαχωριστές νερού χαμηλής πίεσης μειονεκτούν λόγω της ανικανότητάς τους να χρησιμοποιήσουν τις εκκενώσεις του στρόβιλου, καθώς εμφανίζουν θερμοκρασίες οι οποίες είναι χαμηλότερες από 0. Η ανικανότητά τους έγκειται στο γεγονός ότι τα σωματίδια του παγωμένου νερού θα μπλόκαραν αμέσως ή το διαχωριστή νερού χαμηλής πίεσης ή το σύστημα αγωγών που παρέχει αέρα στη καμπίνα. Όταν η υγρασία απομακρύνεται σε έναν διαχωριστή νερού υψηλής πίεσης, ο αέρας μπορεί να διανεμηθεί σε μια θερμοκρασία κάτω από τους $-18^{\circ}C$, κάτι το οποίο διπλασιάζει την ψυκτική χωρητικότητα κάθε kg αέρα που εισάγεται από τους στάδιο της εκτόνωσης στο στρόβιλο. Αυτός ο αέρας αναμειγνύεται με τον ανακυκλοφορούμενο αέρα από την καμπίνα που έχει ήδη φιλτραριστεί και για τον έλεγχο της θερμοκρασίας θα αναμειχθεί με τον ζεστό αέρα απομαστεύσεως έτσι ώστε να παραχθεί ικανή ποσότητα αέρα στην καμπίνα σε μια θερμοκρασία τέτοια η οποία να είναι ανεκτή στους επιβάτες που βρίσκονται κοντά στις διόδους. Η εικόνα 6.9 δείχνει ανακύκλωση σε συνδυασμό με υψηλής πίεσεως διαχωρισμό νερού. Η ανακύκλωση μπορεί να επιτευχθεί με αντλία κινητήρα τζετ ή με ανεμιστήρα που οδηγείται από κινητήρα. Τέλος, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι τα ρουλεμάν της τουρμπίνας είναι αερόψυκτα.



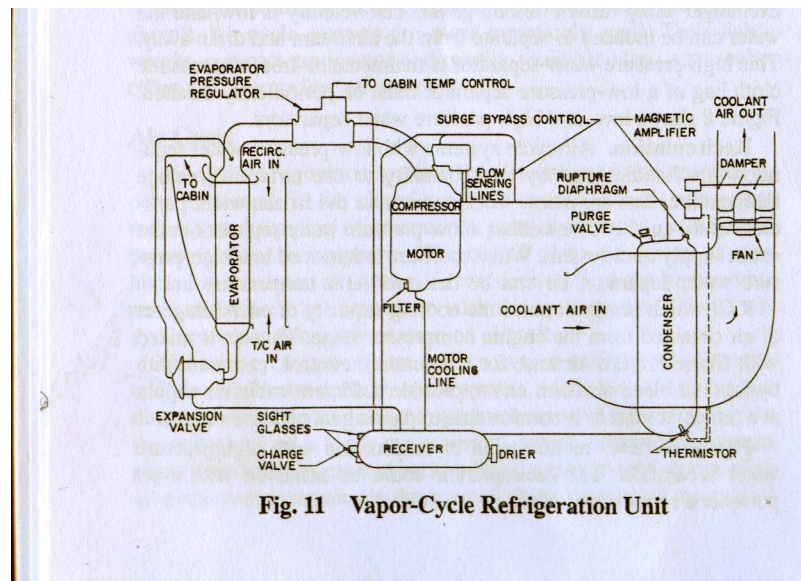
Εικόνες 6.8 , 6.9 , 6.10

Εξατμιστικός κύκλος

Στα περισσότερα συστήματα κύκλου αέρος, ο φρέσκος αέρας ψύχεται πολύ συχνά σε θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν κάτι το οποίο χρειάζεται για να ελεγχθεί η θερμοκρασία της καμπίνας και στη συνέχεια να αναμιχθεί με τον ανακυκλοφορούμενο αέρα για διανομή μέσα στην καμπίνα. Ο ανακυκλοφορούμενος αέρας δεν περνάει

μέσα από το ψυκτικό σύστημα. Ωστόσο στα συστήματα του εξατμιστικού κύκλου είναι περισσότερο σύνηθες να αναμιγνύεις τον φρέσκο με τον ανακυκλοφορούμενο από την καμπίνα αέρα πρώτα και στη συνέχεια να τα ψύχεις στον εξατμιστήρα του εξατμιστικού κύκλου σε μια θερμοκρασία πάνω από το μηδέν.

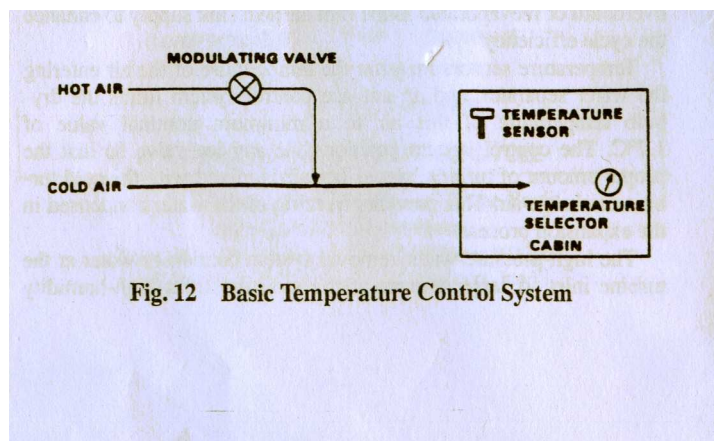
Στην εικόνα 6.11 φαίνεται μια τυπική περίπτωση συστήματος εξατμιστικού κύκλου. Ο αέρας της καμπίνας κανονικά ανακυκλώνεται από έναν ηλεκτρικό ανεμιστήρα διαμέσου του εξατμιστήρα όταν το αεροπλάνο είναι ακόμη στο έδαφος. Η χωρητικότητα καθορίζεται από έναν ελεγκτή πίεσης ο οποίος ανεβάζει ή μειώνει το θερμοκρασιακό όριο στο οποίο το ψυκτικό μέσο εξατμίζεται. Η βαλβίδα διαστολής είναι θερμοστατική και πρέπει να υπερθερμαίνει το ψυκτικό έτσι ώστε να εξασφαλίσει ότι καμία σταγόνα υγρού δεν θα εισέλθει στον συμπιεστή. Ο αέρας του στροβιλοσυμπιεστή απέξω ή ο αέρας απομάστευσης από τον συμπιεστή πρέπει να επιλέγεται χειροκίνητα αφού ξεκινήσουν οι μηχανές. Τότε ξεκινά η όλη διαδικασία για την συμπίεση της καμπίνας ύστερα δηλαδή από την απογείωση. Ο αέρας απομάστευσης περνάει πρώτα από έναν εναλλάκτη θερμότητας όπου ψύχεται μερικώς προτού εισέλθει στον εξατμιστήρα.



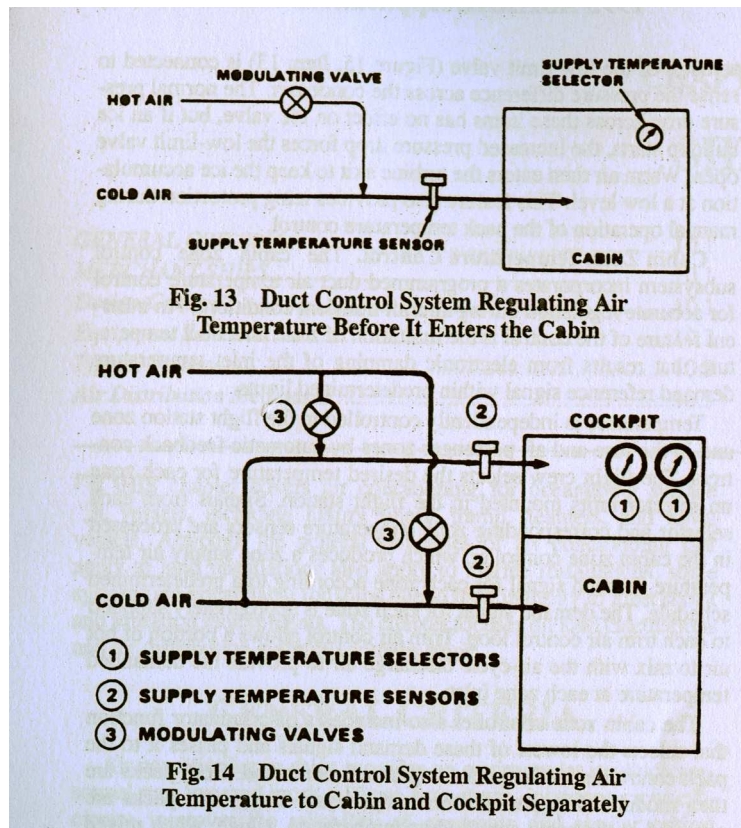
Εικόνα 6.11

Σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας

Ανεξάρτητα, αυτόματοι ελεγκτές της θερμοκρασίας πρέπει να παρέχονται για το πλήρωμα πτήσης και για τα τμήματα των επιβατών. Σε μεγάλα αεροσκάφη, επιπρόσθετοι ελεγκτές θερμοκρασίας των διαφόρων ζωνών πρέπει να παρέχονται έτσι ώστε να ισορροπούν ανόμοια θερμικά φορτία τα οποία είναι δυνατόν να προκληθούν από συνθήκες όπως η ανομία κατανομή φορτίου και επιβατών. Σε κάθε τμήμα του αεροπλάνου η θερμοκρασία θα πρέπει να επιλέγεται μέσα από ένα ευρύ φάσμα των τιμών ($18^{\circ}C - 29^{\circ}C$). Το δείγμα αέρος θα πρέπει να παίρνεται από μια τοποθεσία αντιπροσωπευτική της κατά μέσον όρο θερμοκρασίας του εκάστοτε θαλάμου. Η εικόνα 6.12 δείχνει ένα βασικό σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας για μια πηγή κρύου αέρα προερχόμενοι από την μονάδα ψύξη όρους του κύκλου αέρος που ήδη έχει περιγραφεί. Ο ζεστός αέρας απομάστευσης προστίθεται στον κρύο αέρα ανάλογα με τις εντολές που παίρνει από το σύστημα ελέγχου. Όπως φαίνεται στην εικόνα 6.12 η βαλβίδα αποτελεί τον ελεγκτή της ροής καθορίζοντας την ποσότητα του ζεστού αέρα που θα περάσει ανάλογα με τις εντολές που δέχεται. Βασικά, ο επιβάτης είναι αυτός που θα επιλέξει η θερμοκρασία την οποία επιθυμεί περιστρέφοντας το κουμπί χειρισμού που βρίσκεται πάνω από το κεφάλι του. Στις εικόνες 6.13 και 6.14 φαίνονται ποικίλες μορφές της βασικής αντίληψης του συστήματος ελέγχου.



Εικόνα 6.12



Εικόνες 6.13 , 6.14

Σύστημα ελέγχου για την συμπίεση της καμπίνας(Cabin pressurization Control system)

Το σύστημα ελέγχου για την συμπίεση της καμπίνας πρέπει να μετρά την εξάτμιση και ανανέωση του αέρα έτσι ώστε να διατηρείται μια συγκεκριμένη τιμή πίεσης καθόλη τη διάρκεια της πτήσης. Πνευματικά και ηλεκτρονικά συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί. Τα συστήματα ελέγχου για την πίεση της καμπίνας διατηρούν την πίεση μέσα στην καμπίνα σε αποδεκτά επίπεδα για τους ανθρώπους, αλλάζουν την πίεση κατά τη διάρκεια ανύψωσης και καθόδου σε αποδεκτά επίπεδα και περιορίζουν τις απότομες αλλαγές πίεσης. Οι τελευταίες έχουν ως αποτέλεσμα στο τέντωμα του τυμπάνου του ανθρώπινου αυτιού κάτι το οποίο δημιουργεί δυσάρεστη αίσθηση. Το τέντωμα αυτό προκαλείται όταν έχουμε πτώση πίεσης κάτι το οποίο είχε ως αποτέλεσμα να καταπίνουμε και να χασμουριόμαστε με σκοπό να εξισωθεί η πίεση.

6.4 Τυπικό σύστημα κλιματισμού αεροσκάφους εμπορικής χρήσης

Στην εικόνα 6.15 φαίνεται ο κύκλος αέρα ενός συστήματος κλιματισμού για εμπορικό μεταγωγικό αεροσκάφος. Λειτουργεί από μία πηγή προκλιματισμένου αέρα

που απομαστεύεται από τη μηχανή, δημιουργώντας μια παροχή κλιματισμένου αέρα ο οποίος ελέγχεται έτσι ώστε να διατηρήσει τις θερμοκρασίες οι οποίες επιλέγονται και τα επίπεδα εξαερισμού στις ζώνες των επιβατών. Τα δύο πακέτα ψύξης εγκαθίστανται στην αποσυμπιεσμένη περιοχή κάτω από το φτερό και τροφοδοτούνται με προκλιματισμένο αέρα απομάστευσης από τις δύο κύριες μηχανές ή από την βοηθητική μονάδα ισχύος στην οποία έγινε αναφορά προηγουμένως. Μια θυρίδα διανομής του αεροσκάφους που βρίσκεται κάτω από το πάτωμα αναμειγνύει τον κλιματισμένο αέρα από τα δύο πακέτα με τον ανακυκλοφορούμενο αέρα της καμπίνας που έχει περάσει ήδη μέσα από τα φίλτρα και όλο αυτό το μίγμα το διανέμει μέσα στις συμπιεσμένες περιοχές. Πρέπει να σημειωθεί ότι περισσότερα από δύο κλιματιστικά πακέτα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν.

Ο προκλιματισμένος αέρας απομάστευσης εισέρχεται σε καθένα από τα δύο παράλληλα πακέτα κλιματισμού διά μέσου της βαλβίδας ροής όπως φαίνεται στην εικόνα 6.15(Item 1). Τα περισσότερα κομμάτια του βασικού εξοπλισμού ψύξης συναρμολογούνται μέσα σε ένα πακέτο το οποίο είναι έτοιμο για εγκατάσταση στο αεροσκάφος. Κάθε πακέτο περιλαμβάνει ένα τριπλό σύστημα κύκλου αέρος (3wheel aircycle machine) ACM, 4 εναλλάκτες θερμότητας, και βαλβίδες ελέγχου της θερμοκρασίας όπως και προστατευτικές συσκευές και όλα τα απαιτούμενα υλικά για αγωγούς και διάφορα άλλα εξαρτήματα.

Το ACM(Figure 6.15,Item 2) έχει τρεις περιστροφικές «ρόδες» (συμπιεστή, στρόβιλο και έναν ανεμιστήρα) τα οποία είναι μονταρισμένα σε έναν κοινό άξονα υποστηριζόμενα από αερόψυκτα έδρανα. Αφού ο αέρας απομάστευσης περάσει διά μέσου του πρωτοβάθμιου εναλλάκτη θερμότητας, όπου ψύχεται από τον εξωτερικό αέρα περιβάλλοντος(ram air), εισέρχεται στο τμήμα του συμπιεστή(κομμάτι του ACM), όπου συμπιέζεται σε μια υψηλή πίεση και υψηλή θερμοκρασία. Στη συνέχεια, ο αέρας απομάστευσης ψύχεται ξανά από τον εξωτερικό αέρα περιβάλλοντος στο δευτεροβάθμιο εναλλάκτη θερμότητας(Item 4) και αφού περάσει από τον reheater (Item 5) εισέρχεται στον συμπυκνωτή(Item 6). Ο αέρας που φεύγει από τον συμπυκνωτή περιέχει ελεύθερη υγρασία, η οποία αποβάλλεται στον εξολκέα(extractor) (Item 7) προτού ο αέρας περάσει από την άλλη πλευρά του reheater. Η λειτουργία του reheater είναι να ψύξει τον αέρα σε πρώτη φάση, μειώνοντας το μέγεθος της ψύξης που απαιτείται από το συμπυκνωτή, και να αναθερμάνει τον αέρα προτού εισέλθει στον στρόβιλο, σε δεύτερη φάση βέβαια. Αυτή η διαδικασία αναθέρμανσης εξατμίζει μεγάλες ποσότητες υγρασίας οι οποίες είναι πιθανόν να είναι ακόμα παρούσες και δημιουργεί υψηλότερη θερμοκρασία στην είσοδο του στρόβιλου κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα

μια σημαντική αύξηση στην ισχύ που αποδίδεται τελικά από το στρόβιλο. Η ενεργεία που απελευθερώνεται αυτό το στρόβιλο προκαλεί μια σημαντική μείωση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται θερμοκρασίες αρκετά κάτω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος (ram air). Η λειτουργία των εναλλακτών θερμότητας βασίζεται στον εξωτερικό αέρα ο οποίος εισέρχεται μέσω μιας συγκεκριμένης διόδου και αποβάλλεται από μια άλλη. Οι δίοδοι εισόδου και εξόδου φαίνονται καθαρά στην εικόνα 6.15 (Item 8) και λειτουργούν με βάση τους ελεγκτές της θερμότητας. Ο κλιματισμένος αέρας από τα δύο πακέτα διανέμεται διαμέσου ρυθμιστικών βαλβίδων (Item 9) σε ένα χώρο πολλαπλών σωληνώσεων όπου αναμειγνύεται με τον ανακυκλοφορούμενο αέρα της καμπίνας προτού εισέλθει στις ζώνες των επιβατών.

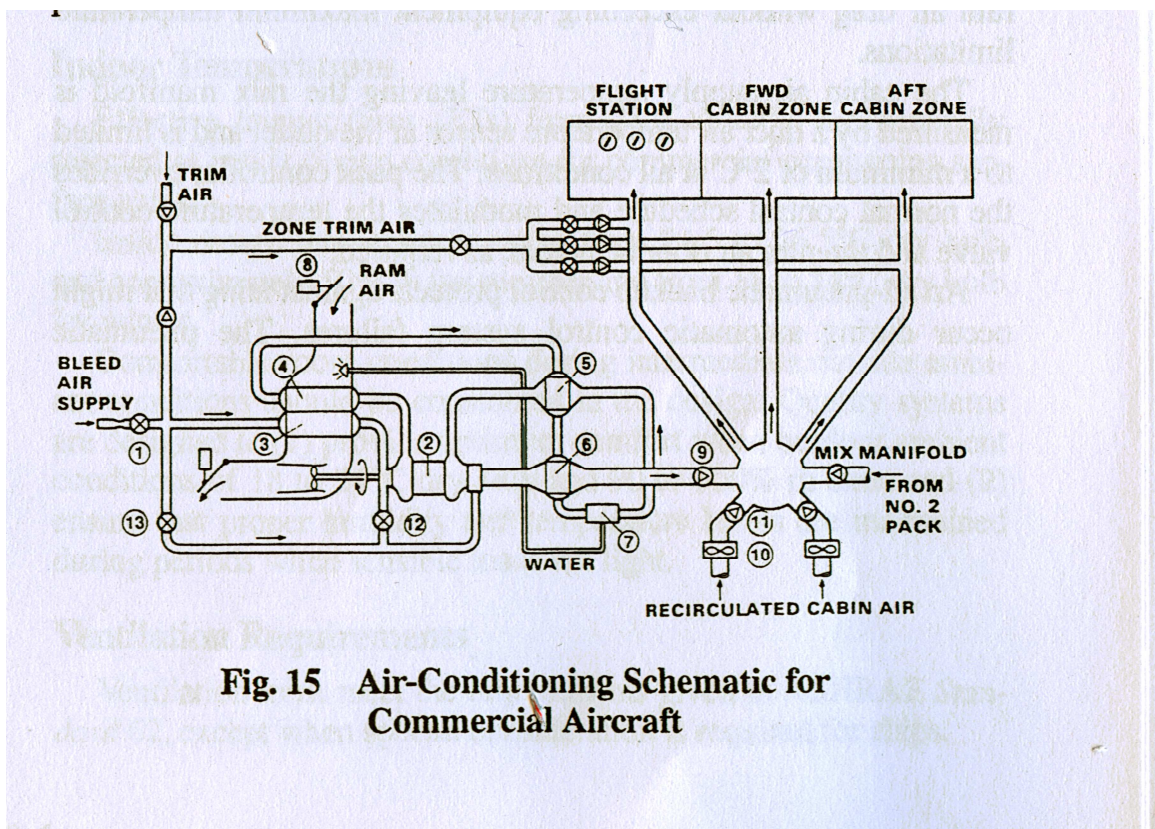


Fig. 15 Air-Conditioning Schematic for Commercial Aircraft

Εικόνα 6.15

Κεφάλαιο 7

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων στα πλοία

Εισαγωγικά

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο σύστημα κλιματισμού πλοίων τα οποία ταξιδεύουν στους ωκεανούς. Παρά το γεγονός ότι οι γενικές αρχές του συστήματος κλιματισμού που εφαρμόζονται σε καταστάσεις στο έδαφος απηχούν και σε εγκαταστάσεις εμπορικής ναυτιλίας, κάποια συστήματα δεν είναι δυνατόν να ανταποκριθούν σε πλοία εξαιτίας της ανικανότητάς τους να ικανοποιήσουν κάποιους περιορισμούς. Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται ιδιαίτερη βάση στους υπολογισμούς φορτίου και στα συστήματα διανομής αέρος για πλοία.

7.1 Γενικά κριτήρια

Το σύστημα κλιματισμού παρέχει ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο το προσωπικό μπορεί να ζήσει και να εργαστεί, βελτιώνοντας την αξιοπιστία των ηλεκτρονικών και άλλου είδους συσκευών του πλοίου, εμποδίζοντας τη μη σωστή λειτουργία των ειδικών οργάνων του. Οι παρακάτω παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος κλιματισμού που προορίζεται για χρήση πλοίου:

1. Το σύστημα πρέπει να λειτουργεί κανονικά κάτω από συνθήκες περιστροφής και βυθίσματος
2. τα κατασκευαστικά υλικά πρέπει να αντέχουν στη διάβρωση από τον αλατισμένο αέρα και το θαλασσινό νερό
3. το σύστημα σχεδιάζει την αδιάκοπη χρήση κατά τη διάρκεια ταξιδιών, με άλλα λόγια συνεχής ετήσια (κυκλική) λειτουργία. Κατά τη διάρκεια ταξιδιού δεν είναι εύκολο το σέρβις, γι' αυτό πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για ύπαρξη ανταλλακτικών
4. το σύστημα θα πρέπει να παράγει ένα αποδεκτό επίπεδο θορύβου και δονήσεων σύμφωνα με τους υπάρχοντες ναυτικούς κανονισμούς
5. το σύστημα πρέπει να απαντά στις ειδικές απαιτήσεις για λειτουργία που

δίνονται στον τομέα 4 του ASHRAE STANDARD 26

6. ο εξοπλισμός θα επιλέγεται σύμφωνα με κριτήρια χώρου(minimum), κόστους και αξιοπιστίας. Επίσης, το βάρος θα πρέπει να διατηρείται σε όσο το δυνατόν πιο χαμηλά επίπεδα

7. επειδή το πλοίο είναι πιθανόν να διατρέξει έναν οι περισσότερους εποχιακούς κύκλους σε ένα μόνο ταξίδι, και μπορεί να βιώσει τη μεταφορά από χειμερινή σε καλοκαιρινή λειτουργία μέσα σε ώρες το σύστημα θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο έτσι ώστε να αντισταθμίσει κλιματικές αλλαγές με την ελάχιστη ενασχόληση από το προσωπικό

8. το φιλτράρισμα συνήθως αγνοείται και δεν λαμβάνεται υπ' όψιν

9. το ηλιακό φορτίο πρέπει να μελετάται σε όλες τις εκτεθειμένες επιφάνειες πάνω από τη γραμμή του νερού. Αν ένα τμήμα έχει περισσότερες από μία εκτεθειμένες επιφάνειες, η επιφάνεια με το μεγαλύτερο ηλιακό φορτίο χρησιμοποιείται και τα άλλα εκτεθειμένα σύνορα υπολογίζονται στην εξωτερική περιβάλλουσα θερμοκρασία

10. τα ψυκτικά φορτία μέσα στις συνθήκες σχεδιασμού δίνεται σαν θερμοκρασία υγρής σφαίρας $T_{\text{υγρής σφαίρας}}$ με maximum σχετική υγρασία. Για εμπορικά πλοία το ψυκτικό υγρό που αφήνει την θερμοκρασία αέρα είναι 9 βαθμούς Κελσίου ($9^{\circ}C$) σε θερμοκρασία βέβαια ξηρής σφαίρας.

Υπολογισμούς για θέρμανση, εξαερισμού, κλιματιστική σχεδίαση μπορούμε να βρούμε σε περιοδικά που διατίθενται από την Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME) . Εκεί εμπεριέχονται δείγματα υπολογισμών.

Εμπορικά πλοία

7.2 Κριτήρια σχεδιασμού

Εξωτερικές περιβάλλουσες θερμοκρασίες

ο τύπος του πλοίου παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή της εξωτερικής θερμοκρασίας κατά την σχεδίαση. Κάποια πολυτελή κρουαζιερόπλοια κάνουν συχνές κρουαζιέρες όπου συναντούν ισχυρά θερμικά και ψυκτικά φορτία. Η επιλογή της περιβάλλουσας θερμοκρασίας θα πρέπει να βασίζεται στις εκάστοτε θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τη διάρκεια ταξιδιού. Γενικότερα, για τον ψυκτικό κύκλο οι εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδίασης για τον Βόρειο Ατλαντικό είναι $35^{\circ}C$ βαθμοί Κελσίου ξηρής σφαίρας (dry bulb) και $25,5^{\circ}C$ βαθμοί Κελσίου υγρής σφαίρας (wet bulb) . Για

ημιτροπικά κλίματα οι αντίστοιχες θερμοκρασίες είναι 35°C dry bulb βαθμοί Κελσίου, και $26,5^{\circ}\text{C}$ wet bulb βαθμούς Κελσίου . Για τροπικά κλίματα είναι 35°C dry bulb βαθμούς Κελσίου και 28°C wet bulb βαθμοί Κελσίου. Για τον θερμικό κύκλο, δηλαδή στις περιπτώσεις που στο εσωτερικό του πλοίου χρειάζεται θέρμανση, 18°C βαθμοί Κελσίου συνήθως επιλέγονται σαν αντιπροσωπευτική θερμοκρασία σχεδίασης εκτός και αν το πλεούμενο λειτουργεί σε κλίματα υψηλότερης θερμοκρασίας . Η θερμοκρασία για το νερό της θάλασσας κατά την σχεδίαση λαμβάνεται σαν 30°C βαθμοί Κελσίου το καλοκαίρι και 2°C βαθμοί Κελσίου για το χειμώνα.

Εσωτερικές θερμοκρασίες

θερμοκρασίες από $21,5^{\circ}\text{C}$ έως 23°C επιλέγονται γενικά σαν εσωτερική θερμοκρασία σε πλοία που κάνουν υπερατλαντικά ταξίδια. Οι εσωτερικές θερμοκρασίες ποικίλλουν μεταξύ $24,5^{\circ}\text{C}$ και $26,5^{\circ}\text{C}$ dry bulb με σχετική υγρασία 50% και καλοκαίρι και από 18°C έως 24°C dry bulb για χειμώνα. Επίσης, θα πρέπει να εξασφαλίζονται κατά την σχεδίαση συνθήκες άνεσης σε περιόδους όπου έχουμε μέσες εξωτερικές θερμοκρασίες. Τα συστήματα είναι σχεδιασμένα να παρέχουν μέγιστη άνεση όταν οι εξωτερικές περιβάλλουσες συνθήκες είναι μεταξύ 18°C και 24°C dry bulb με μια σχετική υγρασία 90 με 100% εξασφαλίζοντας έτσι ανεκτά όρια υγρασίας και θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια περιόδων όπου τα αισθητά φορτία (sensible loads) είναι μικρά.

Απαιτήσεις εξαερισμού

Απαντά στις απαιτήσεις που δίνονται στο βιβλίο της ASHRAE Standard 62 εκτός από περιπτώσεις βέβαια ειδικής μελέτης, αποκλειστικά όμως για πλοία.

Χώροι που κλιματίζονται

Σε χώρους δημόσιας χρήσης όπως καθιστικά, lounges η απαιτούμενη ανανέωση αέρα είναι 1015 L/s εξωτερικού αέρα ανά άτομο ή αλλιώς 3 αλλαγές αέρα ανά ώρα (ACH=air changes per hour). Σε όλους τους υπόλοιπους χώρους η ελάχιστη ανανέωση εξωτερικού αέρα είναι 8 L/s ή αλλιώς 2ACH. Τέλος, η μέγιστη ανανέωση εξωτερικού αέρα για κλιματιζόμενο χώρο είναι 25 L/s per person.

Χώροι που εξαερίζονται

ο φρέσκος αέρας που είναι αναγκαίος για κάθε χώρο εξαρτάται από το ρυθμό αλλαγής της θερμοκρασιακής αύξησης. Η ελάχιστη ποσότητα αέρος σε ένα χώρο είναι 15 L/s per person ή 18 L/s per terminal.

Φορτία προς υπολογισμό (θερμικών κέρδους χώρου)

- ηλιακή ακτινοβολία
- παραγωγή θερμότητας από ανθρώπους (αισθητό και λανθάνον)
- θερμικό κέρδος από σωληνώσεις, μηχανήματα και εξοπλισμό
- μεταφοράς θερμότητας μέσω του σκελετού του πλοίου, των καταστρωμάτων και εσωτερικών χωρισμάτων (διαχωριστικά τοιχώματα)
- ανανέωση και διείσδυση εξωτερικού αέρα (αισθητό και λανθάνον)
- θερμικό κέρδος από φώτα
- θερμικό κέρδος εξαιτίας των μηχανών ή οποιασδήποτε άλλης ηλεκτρικής συσκευής

το ψυκτικό φορτίο παρακείμενων χώρων που δεν κλιματίζονται δεν υπολογίζεται εκτός και αν η θερμοκρασία σε έναν από τους χώρους διατηρείται μέσω κλιματιστικού εξοπλισμού. Το λανθάνον φορτίο από τα μαγειρεία, λάντζα , τα δωμάτια στα οποία βρίσκονται τα πλυντήρια και παρόμοιους χώρους που εξαερίζονται υποτίθεται ότι αποβάλλεται έξω από το πλοίο.

οι θερμικές απώλειες είναι δυνατόν να προέλθουν από:

- Κατάστρωμα, διαχωριστικά τοιχώματα
- Εξαερισμός
- Φίλτρα

Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας

η θερμική διαπερατότητα U προέρχεται από πειραματικό κατάλογο. Όποιες περιπτώσεις δεν απαντώνται σε αυτό το κατάλογο το SNAME παρέχει μεθόδους υπολογισμούς αυτών.

Απώλεια θερμότητας από ανθρώπους

Υπάρχει κατάλογος δραστηριοτήτων για τους επιβάτες του πλοίου κάτι το οποίο φαίνεται στον πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1 Heat Gain from Occupants

Activity at 27°C	Heat Rate, W		
	Sensible	Latent	Total
Dancing	72	177	249
Eating (mess rooms and dining)	64	97	161
Waiters	88	205	293
Moderate activity (lounge, ; office, chart rooms)	59	73	132
Light activity (staterooms, s berthing)	57	60	117
Workshops	73	149	222

Φορτία από συσκευές και εξοπλισμό (φωτισμός, μηχανές)

Τα φορτία αυτά δίνονται κανονικά από τους καταλόγους των κατασκευαστών.

7.3 Επιλογή εξοπλισμού

Γενικά ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για πλοία είναι πιο τραχύς σε σχέση με τον αντίστοιχο που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές εδάφους γιατί πρέπει να αντέχει το διαβρωτικό περιβάλλον του αλατισμένου αέρα και της θάλασσας. Υλικά σαν τον ανοξείδωτο χάλυβα, κράματα από νικέλιο, χαλκό και μπρούντζο (ορειχάλκινα κράματα), όπως και γαλβανιζέ ασάλι χρησιμοποιούνται κατά κόρον.

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για ένα σύστημα κλιματισμού μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

1. Κεντρικός σταθμός χειρισμού αέρος, ο οποίος αποτελείται από ανεμιστήρες, φίλτρα , κεντρικά ψυκτικά και θερμαντικά στοιχεία καθώς και σύστημα για την

αντιμετώπιση του θορύβου

2. δίκτυο διανομής, το οποίο περιλαμβάνει τους αγωγούς, τους σωλήνες νερού καθώς και τους σωλήνες ατμού
3. Απαιτούμενος τερματικός χειρισμός ο οποίος αποτελείται από ψυκτικά και θερμαντικά στοιχεία, τερματικές μονάδες μέσα στις οποίες γίνεται ανάμειξη και διάχυση αέρος
4. εξοπλισμός ψύξης

Τα παραπάνω επιλέγονται με βάση αρχικά κόστη εγκατάστασης, διαθέσιμους χώρους, λειτουργικά κόστη μέσα στα οποία συμπεριλαμβάνεται και η συντήρηση, επίπεδα θορύβου και το ολικό βάρος του εξοπλισμού.

7.4 Τυπικά συστήματα κλιματισμού

Το σύστημα κλιματισμού που εγκαθίσταται σε ένα πλοίο πρέπει να ανταποκρίνεται στα δωμάτια των επιβατών, στο κομμάτι του πληρώματος και στα κοινόχρηστα μέρη.

Κεντρικό σύστημα μόνης ζώνης(Single Zone Central System)

τα κοινόχρηστα μέρη αντιμετωπίζονται ως μια ζώνη και καλύπτονται από το κεντρικό σύστημα μόνης ζώνης. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, γίνεται χρήση δύο συστημάτων. Μοιάζει ως σύστημα με τα κλασικά συστήματα fan coil κεντρικού σταθμού. Ένα τυπικό σύστημα αυτού φαίνεται καθαρά στην εικόνα 7.1. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, είναι επιθυμητό να αποφεύγεται η χρήση αγωγών επιστροφής και να χρησιμοποιείται όλος ο εξωτερικός αέρας κάτι το οποίο απαιτεί περισσότερη ψύξη. Ο εξωτερικός αέρας και ο αέρας επιστροφής φιλτράρονται προτού προθερμανθούν, ψυχθούν και αναθερμανθούν όπως απαιτείται από τη μονάδα κεντρικής θέρμανσης. Ένας θερμοστάτης δωματίου διατηρεί την επιθυμητή θερμοκρασία ανοιγοκλείνοντας τη βάννα ελέγχοντας έτσι τη ροή του ατμού στο στοιχείο αναθέρμανσης . Πολλές φορές παρέχεται και έλεγχος της υγρασίας. Κατά τη διάρκεια ταξιδιού του πλοίου σε ήπια κλίμακα, τα τάμπερς συνήθως ανοίγουν για να δεχτούν 100% εξωτερικό αέρα αυτόματα.

Πολυζωνικό κεντρικό σύστημα(Multizone Central System)

Χρησιμοποιείται για τον κλιματισμό των γραφείων των αξιωματούχων του για το χώρο του πληρώματος . Οι χώροι διακρίνονται σε ζώνες σχετικά με την ομοιότητα των φορτίων που παρουσιάζονται μέσα σε αυτούς. Κάθε ζώνη έχει ένα στοιχείο αναθέρμανσης έτσι ώστε να παρέχει αέρα στην θερμοκρασία που απαιτείται. Αυτά τα στοιχεία, συνήθως χρησιμοποιούν θερμό ατμό και ελέγχονται θερμοστατικά. Ο χειροκίνητος έλεγχος της ποσότητας του αέρα που εισέρχεται είναι ο μόνος ο οποίος μπορεί να ελεγχθεί από τον επιβάτη. Ένα πολυζωνικό κεντρικό σύστημα φαίνεται στην εικόνα 7.2.

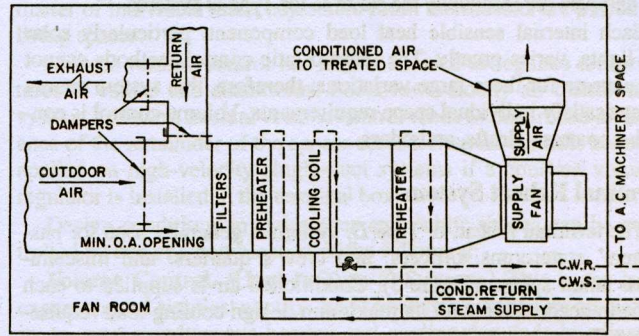


Fig. 1 Single-Zone Central (Type A) System

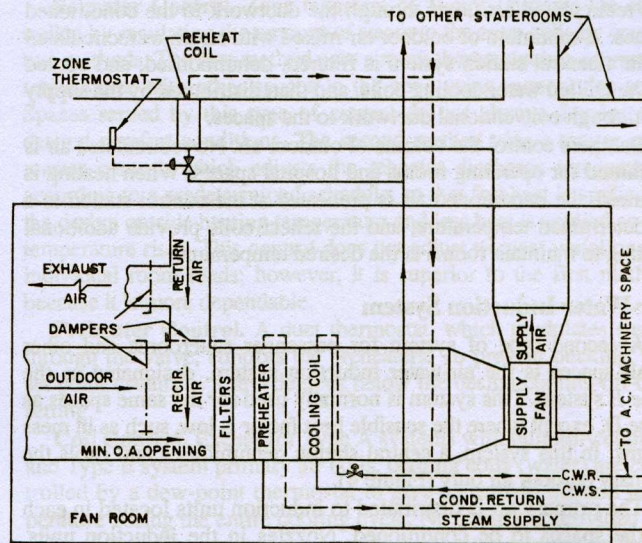
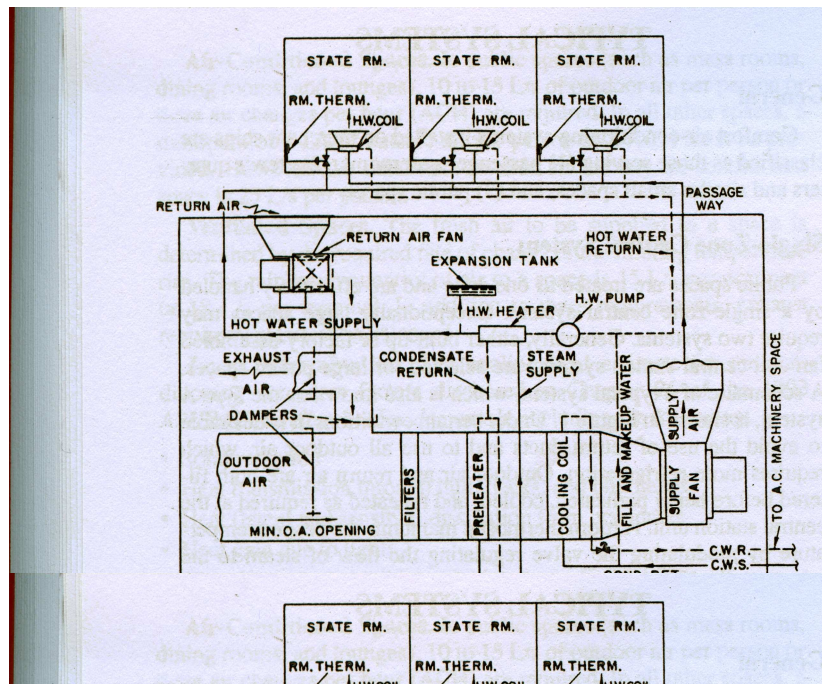


Fig. 2 Multizone Central (Type C) System

Εικόνες 7.1 , 7.2



Εικόνα 7.3

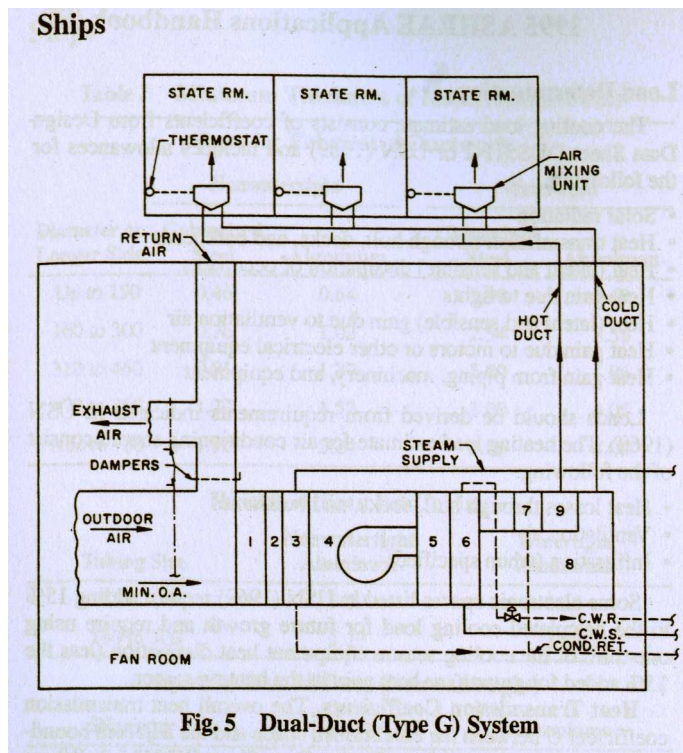
Σύστημα αναθέρμανσης (Terminal Reheat System)

Αυτό το σύστημα γενικά χρησιμοποιείται για τα υπνοδωμάτια των επιβατών, τους χώρους του προσωπικού και των αξιωματικών κύριε διάφορους άλλους ποικίλων χρήσεων μικρούς χώρους. Ένα τέτοιο σύστημα φαίνεται στην εικόνα 7.3. Ο κλιματισμός αέρα παρέχεται σε κάθε χώρο ανάλογα με τις απαιτήσεις του ψυκτικού φορτίου που έχουν υπολογιστεί κατά τη σχεδίαση. Η θερμοκρασία ξηρής σφαίρας του δωματίου ελέγχεται από έναν αναθερμαντήρα. Ο θερμοστάτης του δωματίου ελέγχει αυτόματα την ποσότητα του ζεστού νερού που περνάει μέσα από το στοιχείο αναθέρμανσης σε κάθε χώρο. Ένα μείγμα εξωτερικού αέρα και ανακυκλοφορούμενου αέρα περνάει μέσα από το δίκτυο των αγωγών στους χώρους που κλιματίζονται. Μια ελάχιστη ποσότητα εξωτερικού αέρα αναμειγμένη με τον αέρα που επιστρέφει από τα δωμάτια στο κεντρικό σταθμό φιλτράρεται αφυγραίνεται και ψύχεται από το νερό του ψύκτη(chiller), και στη συνέχεια διανέμεται με τη βοήθεια του ανεμιστήρα και βεβαίως των σωληνώσεων στους χώρους .Τα τάμπερς είναι αυτά τα οποία ελέγχουν τον όγκο του εξωτερικού αέρα που εισέρχεται. Όταν απαιτείται θέρμανση ο κλιματισμένος αέρας προθερμαίνεται στο σταθμό ελέγχου σε μια προκαθορισμένη θερμοκρασία όπου το στοιχείο αναθέρμανσης παρέχει επιπλέον θέρμανση έτσι ώστε να διατηρήσει τα

δωμάτια στην επιθυμητή θερμοκρασία. Ένα τέτοιο σύστημα φαίνεται στην Εικόνα 7.3.

Συστήματα υψηλής ταχύτητας δισωλήνιο (High Velocity Dual Duct System)

Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται συνήθως για τα ίδια είδη χώρων που χρησιμοποιείται και το προηγούμενο. Σ' αυτό το σύστημα ο αέρας φιλτράρεται, ψύχεται και αφυγραίνεται στις κεντρικές μονάδες όπως φαίνεται στην εικόνα 7.5. Ένα ανεμιστήρας υψηλής πίεσης κυκλοφορεί τον αέρα σε υψηλές ταχύτητες πλησιάζοντας τα 30m/s διαμέσου δύο αγωγών και σωλήνων, από τα οποία το ένα μεταφέρει κρύο και το άλλο ζεστό. Ένας αναθερμαντήρας ατμού απαιτείται στην κεντρική μονάδα για να θερμαίνει τον αέρα, όπως απαιτείται. Σε κάθε χώρο το ζεστό και κρύο ρεύμα αέρα περνάνε μέσα από μια μονάδα ανάμειξης όπου υπάρχει μια ρυθμιστική βαλβίδα η οποία καθορίζει την αναλογία ζεστού και κρύου αέρα η οποία πρέπει να υπάρχει έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία μέσα στον χώρο.



Εικόνα 7.5

7.5 Μέθοδοι διανομής αέρος

Η σωστή διανομή αέρος στα υπνοδωμάτια και στους κοινόχρηστους χώρους είναι δύσκολη εξαιτίας του γεγονότος ότι τα ταβάνια έχουν χαμηλό ύψος. Η σχεδίαση θα πρέπει βεβαίως να λαμβάνει υπόψη της τις διαστάσεις των δωματίων, το ύψος του ταβανιού, την ποσότητα του αέρα που μπορεί να χειριστεί, τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ παροχής και αέρα δωματίου, και το επιτρεπτό βεβαίως επίπεδο θορύβου. Για πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις γίνονται δοκιμές εξομοίωσης προτού γίνει ο σχεδιασμός των κριτηρίων που απαιτούνται για ικανοποιητική λειτουργία. Ο αέρας που επιστρέφει από μικρούς χώρους οι οποίοι δεν εντάσσονται στη μελέτη του κλιματισμού μέσω κινητών γριλιών οι οποίες μοντάρονται στην πόρτα ή μέσω μιας εγκοπής στην πόρτα που οδηγεί στον διάδρομο.

Εργασία σε σωληνώσεις

Οι αγωγοί στα εμπορικά πλοία συνήθως είναι κατασκευασμένοι από ασάλι. Το ελάχιστο πάχος του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τη διάμετρο των κυκλικών αγωγών ή από τη μεγαλύτερη διάσταση των ορθογωνικών αγωγών όπως φαίνεται στη λίστα του πίνακα 7.2. Τα συστήματα υψηλής ταχύτητας και υψηλής πίεσης έχουν φέρει ως αποτέλεσμα την ευρεία χρήση προκατασκευασμένων κυκλικών σωλήνων και εξαρτημάτων. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει και στεγανότητα αυτών των αγωγών και εξαρτημάτων.

7.6 Έλεγχος

το φορτίο κλιματισμού, ακόμα και σε ένα απλό ταξίδι, ποικίλλει παίρνοντας τιμές μέσα από ένα ευρύ φάσμα. Το σύστημα κλιματισμού λοιπόν όχι μόνο θα πρέπει να καλύπτει τα διαφορετικά αυτά φορτία αλλά θα πρέπει και ο έλεγχος να ενημερώνει γρήγορα το σύστημα για τις διάφορες κλιματικές αλλαγές. Με άλλα λόγια πρέπει να υπάρχει και η γρήγορη απόκριση. Γενικά, είναι μια γενική πρακτική να εξοπλίζουν την εγκατάσταση με αυτόματους ελεγκτές. Από τη στιγμή που ο κάθε επιβάτης αντιλαμβάνεται διαφορετικά την άνεση, ρυθμιζόμενοι θερμοστάτες τοποθετήθηκαν στους κοινόχρηστους χώρους. Ο χειροκίνητος έλεγχος χρησιμοποιείται πλέον για να καθορίσει η θερμοκρασία στις καμπίνες και τα υπνοδωμάτια των επιβατών.

Table 2 Minimum Thickness of Steel Ducts

All vertical exposed ducts	16 USSG	1.52 mm
Horizontal or concealed vertical ducts less than 150 mm	24 USSG	0.61 mm
Horizontal or concealed vertical ducts 160 to 300 mm	22 USSG	0.76 mm
Horizontal or concealed vertical ducts 310 to 460 mm	20 USSG	0.91 mm
Horizontal or concealed vertical ducts 470 to 760 mm	18 USSG	1.21 mm
Horizontal or concealed vertical ducts over 760 mm	16 USSG	1.52 mm

Πίνακας 7.2

Κεφάλαιο 8

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε χώρους όπου γίνονται δοκιμές μηχανών

8.1 Εισαγωγικά

Για τον βιομηχανικό σχεδιασμό των μηχανών εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ), οι χώροι όπου γίνονται δοκιμές είναι περιορισμένη έτσι ώστε να ελέγχεται ο θόρυβος και να απομονώνεται με αυτό τον τρόπο η δοκιμή, να γίνεται σωστός εξαερισμός έτσι ώστε να ελέγχονται οι συνθήκες του περιβάλλοντος και οι καπνοί που βγαίνουν από τις μηχανές. Απομονωμένες μηχανές δοκιμάζονται σε κελιά δοκιμών· οι μηχανές που βρίσκονται μέσα στα αυτοκίνητα δοκιμάζονται σε δυναμόμετρα σασί. Οι αρχές εξαερισμού και ασφάλειας για τα κελιά δοκιμών απηχούν ακόμη και σε μεγάλες ανοικτές περιοχές μέσα στο εργοστάσιο όπου χρησιμοποιούνται για δοκιμαστική παραγωγή και μέτρησης εκπομπών. Τα κελιά δοκιμών είναι πολύ πιθανόν να απαιτούν ειδικά όργανα, έτσι ώστε να μετρηθεί η ροή του ψύχοντος αέρα και της θερμοκρασίας. Επίσης, είναι δυνατόν να μετρηθεί η ροή των καυσαερίων, θερμοκρασία και η συγκέντρωση των εκπομπών, η ροή καυσίμου, παραγωγή ισχύος, όγκος του αέρα καύσης και η θερμοκρασία αυτού. Αυτές οι μετρήσεις επηρεάζονται από αλλαγές στην θερμοκρασία και στην υγρασία που επικρατούν μέσα στο κελί δοκιμών.

8.2 Συστήματα εξαερισμού

Ο εξαερισμός και ο κλιματισμός των κελιών δοκιμών απαιτεί:

1. να παρέχονται και να αποβάλλονται ικανές ποσότητες αέρα έτσι ώστε να απομακρυνθεί η θερμότητα και να γίνεται σωστός έλεγχος της θερμοκρασίας
2. να αποβάλλονται ικανές ποσότητες αέρα από σωστές τοποθεσίες έτσι ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία εύφλεκτων αναθυμιάσεων
3. να γίνει η διαμόρφωση των μεγάλων ποσοτήτων αέρα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να πληρούνται οι εκάστοτε συνθήκες
4. να απομακρύνονται οι καπνοί από τα καυσαέρια που δημιουργούνται κατά την καύση
5. να παρέχεται ο αέρας που χρησιμοποιείται για την καύση
6. να εμποδίζεται η διάδοση του ήχου διαμέσου του συστήματος
7. να ικανοποιούνται οι συνθήκες άνεσης και ασφάλειας κατά την εγκατάσταση του, τις δοκιμές και τις διαδικασίες αποσυναρμολόγησης του συστήματος

Τα συστήματα παροχής και απομάκρυνσης αέρα για τα κελιά δοκιμών μπορεί να είναι αυτόνομα, κομμάτι μιας κεντρικής εγκατάστασης ή συνδυασμός και των δύο. Η μηχανική εκκένωση είναι απαραίτητη σε όλες τις περιπτώσεις, και γενικότερα ο εξαερισμός ελέγχεται στην πλευρά που φαίνεται στην εικόνα 8.1. Συστήματα συνεχούς παροχής με διαφορετικές θερμοκρασίες εισόδου μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο συστήματα που έχουν την ικανότητα εισόδου διαφορετικών θερμοκρασιών και ποσοτήτων αέρα συνήθως είναι αυτά που επιλέγονται. Τα αυτόνομα συστήματα ποικίλης παροχής χρησιμοποιούν ξεχωριστό ανεμιστήρα που διώχνει τον αέρα και άλλον ανεμιστήρα που τον εισάγει σε κάθε κελί. Οι ανεμιστήρες εισαγωγής και εξαγωγής μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αλληλοσυνδέονται και η λειτουργία τους βρίσκεται σε συνεργασία με αυτή την της μηχανής, συνήθως μέσω των αισθητήρων θερμοκρασίας του κελιού. Κάποια συστήματα έχουν μόνο ανεμιστήρα εξαγωγής με τον αέρα να επάγεται κατευθείαν απ έξω όπως φαίνεται στην εικόνα 8.1Α. Διαφορετικές ποσότητες αέρα που εισάγονται είναι δυνατόν να ελεγχθούν μέσω της αλλαγής ταχύτητας του ανεμιστήρα ή την θέση του τάμπερ. Συστήματα αερισμού με ανεμιστήρες κεντρικής παροχής, ανεμιστήρες εξόδου κεντρικής διαχείρισης ή και τα δύο όπως φαίνεται στην εικόνα είναι δυνατόν να καθορίζουν τις ποσότητες του αέρα και της θερμοκρασίας του μέσω της σύνδεσης των αισθητήρων με τα τάμπερ. Η ισορροπία

στον αέρα διατηρείται μέσω της ρύθμισης της στατικής πίεσης μέσα στο κελί. Η σταθερή πίεση μέσα στον παροχέα αγωγό επιτυγχάνεται διά μέσου του ελέγχου που ασκούν οι βάννες εισόδου, τα τάμπερ και ο ανεμιστήρας που είναι δυνατόν να ρυθμίζεται σε διαφορετικές ταχύτητες. Σε συστήματα με ξεχωριστούς ανεμιστήρες εξαγωγής αλλά κεντρικής παροχής το σύστημα εξόδου ελέγχεται μέσω της θερμοκρασίας του ή από ένα διακόπτη δύο θέσεων ο οποίος ενεργοποιείται σύμφωνα με τη λειτουργία δυναμόμετρου ενώ το κεντρικό σύστημα παροχής ελέγχεται μέσω μιας συσκευής ελέγχου της στατικής πίεσης. Τέλος, ο εξαερισμός θα πρέπει να συμπλέκεται με το σύστημα πυρασφάλειας έτσι ώστε να κλείνει και η παροχή και η έξοδος του αέρα από το κελί σε περίπτωση πυρκαγιάς. Οι ανεμιστήρες εξόδου θα πρέπει να είναι μη εύφλεκτοι και ο αέρας που εισάγεται θα πρέπει να θερμαίνεται από στοιχεία που χρησιμοποιούν ατμό ή ζεστό νερό.

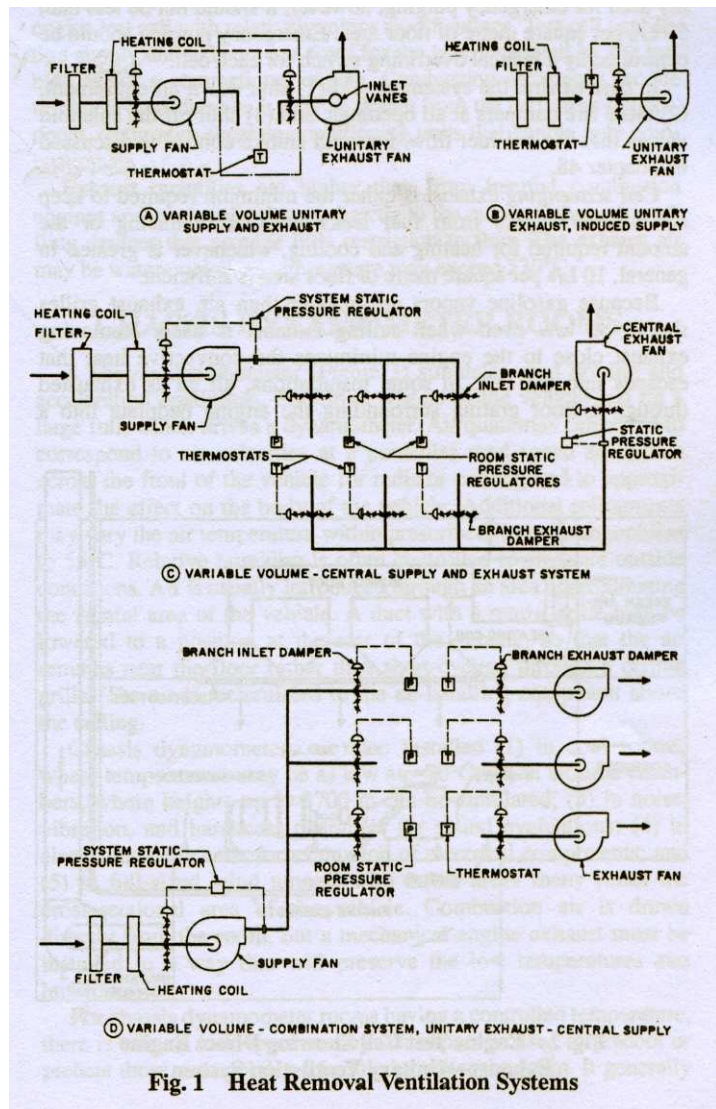


Fig. 1 Heat Removal Ventilation Systems

Εικόνα 8.1

8.3 Σχετικά με την απομάκρυνση του αέρα από το κελί

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής, θερμότητα μεταφέρεται στον αέρα μέσω συναγωγής και επίσης μέσω ακτινοβολίας στις περιβάλλουσες επιφάνειες. Η ροή του αέρα που απαιτείται για να απομακρυνθεί η θερμότητα που μεταφέρεται μέσω αγωγής από το κελί υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = 830H / (t_e - t_s)$$

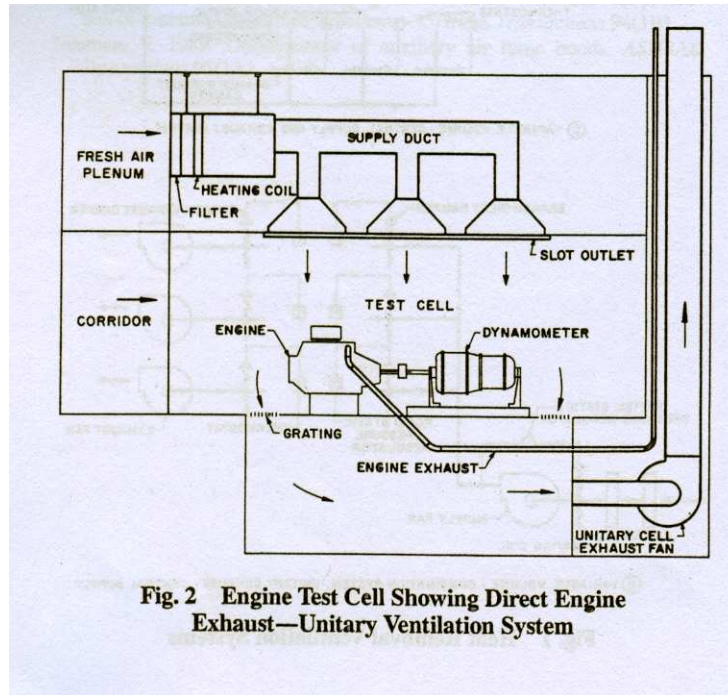
Όπου Q=airflow , L/s

H=engine heat release, W

t_e=temperature of exhaust air , °C

t_s = temperature of supply air , $^{\circ}\text{C}$

η θερμότητα μεταφέρεται μέσω ακτινοβολίας από τη μηχανή, το δυναμόμετρο και τους σωλήνες αποβολής θερμαίνει τις περιβάλλουσες επιφάνειες οι οποίες απελευθερώνουν στη συνέχεια τη θερμότητα στον αέρα μέσω αγωγής. Ο δείκτης απελευθέρωσης αυτής της θερμότητας καθορίζεται από τις θερμοκρασιακές διαφορές, διάφορους συντελεστές και άλλους παράγοντες. Η τιμή για την θερμοκρασιακή διαφορά που φαίνεται στην παραπάνω εξίσωση δεν μπορεί να επιλέγει αυθαίρετα όταν μια μερίδα του Η ακτινοβολεί θερμότητα. Η αποβολή των απομενόντων συμπυκνωμάτων πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Ο αέρας που απαιτείται για την απομάκρυνση της θερμότητας που παράγει η μηχανή δεν πρέπει να είναι λιγότερος από 50 L/s per square metre of floor area. Ο καθαρισμός έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να ελέγχεται από ένα χειροκίνητο διακόπτη για κάθε κελί. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, το σύστημα θα πρέπει να κλείνει όλο τον εξοπλισμό συμπεριλαμβανομένων και των τάμπερς καθώς και τη σωληνοειδή βαλβίδα που ελέγχει τη ροή του καυσίμου. Ο καθαρισμός του σωλήνα εξαγωγών από το κελί είναι το λιγότερο που απαιτείται για να κρατάει μακριά τη συσσώρευση εύφλεκτων συμπυκνωμάτων που προκύπτουν από διαρροές καυσίμου. Γενικά, 10 L/s είναι αρκετά. Επειδή τα συμπυκνώματα της βενζίνης είναι βαρύτερα από τον αέρα, γρίλιες εξόδου πρέπει να βρίσκονται χαμηλά ακόμα και όταν χρησιμοποιείται η έξοδος από το ταβάνι. Ο σωλήνας εξόδου πρέπει να βρίσκεται κοντά στη μηχανή έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί τη θερμότητα που μεταφέρεται μέσω αγωγής. Σε κάποιες περιπτώσεις, όλος ο αέρας απομακρύνεται διά μέσου κιγκλιδώματος στο πάτωμα το οποίο περιστοιχίζει την πλάκα στήριξης της μηχανής. Τότε, ο αέρας παροχής διανέμεται μέσω στομιών που βρίσκονται στο ταβάνι πάνω από την πλάκα στήριξης , καλύπτοντας έτσι τη μηχανή με ένα στρώμα αέρα το οποίο απομακρύνει τη θερμότητα. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα στην εικόνα 8.2.



Εικόνα 8.2

8.4 Σχετικά με την παροχή του αέρα στο Κελί

Η ποσότητα του αέρα που παρέχεται σ' ένα κελί πρέπει να είναι ελαφρώς λιγότερη από αυτή που αποβάλλεται. Τούτο έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια μικρή αρνητική πίεση. Δεν συνιστάται η ανακύκλωση του αέρα μέσα στο κελί κατά τη διάρκεια δοκιμής της μηχανής. Η μέθοδος εισαγωγής μεγάλων ποσοτήτων για ανανέωση αέρος είναι σημαντική ιδίως όταν στο κελί βρίσκονται άνθρωποι. Ο αερισμός πρέπει να κρατά τη θερμότητα που παράγεται από τη μηχανή μακριά από τους παρευρισκόμενους. Στόμια εξόδου με αυτόματα τάμπερς τα οποία διατηρούν σταθερή πίεση εξόδου έχουν χρησιμοποιηθεί με συστήματα μεταβλητής παροχής. Ένας συνδυασμός των συστημάτων C και D που φαίνονται στην εικόνα 8.1, περιλαμβάνει μια ξεχωριστή παροχή αέρα η οποία μπορεί να ικανοποιήσει την ελάχιστη απαίτηση για αερισμό. Ένας θερμοστάτης δωματίου καθορίζει τη θέρμανση και ψύξη του νερού των στοιχείων έτσι ώστε να ελεγχθεί θερμοκρασία μέσα στο κελί. Αυτό το σύστημα είναι χρήσιμο σε εγκαταστάσεις που αφιερώνεται πολύ ώρα για την προετοιμασία των δοκιμών ή σε περιπτώσεις όπου απαιτείται σταθερή θερμοκρασία. Το φιλτράρισμα όλου του αέρα στο κελί είναι αναγκαίο έτσι ώστε να απομακρυνθούν ατμοσφαιρικές προσμείξεις και έντομα. Ο βαθμός βεβαίως του φιλτραρίσματος καθορίζεται από τη

φύση της δοκιμής. σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται αφιλτράριστος εξωτερικός αέρας.

Table 2 Heat Balance for Internal Combustion Engine at Wide-Open Throttle

Engine Type and Size	Engine Heat Balance, %			
	Work Output	To Exhaust	To Coolant	Engine Convection, Radiation, and Oil
Air-cooled I.C.				
To 11 kW	15	45	—	40
11 to 110 kW	20	43	—	37
Water-cooled I.C.				
110 to 370 kW	23.5	36	26	14.5
Diesel	32	36	22	10
G.T. regenerator				
To 300 kW	23	66	—	10

Πίνακας 8.2

8.5 Εκπομπή θερμότητας από τη μηχανή

Η θερμότητα που απελευθερώνεται από τη μηχανή στο χώρο είναι η ολική ενεργεία εισαγωγής στη μηχανή από το καύσιμο μείον την ενέργεια που μεταφέρεται στο δυναμόμετρο καθώς αυτό δουλεύει και ισούται με τη θερμότητα που απομακρύνεται από το νερό ψύξης και τη θερμότητα που αποβάλλεται μέσω των καυσαερίων. Αυτές οι ποσότητες ποικίλλουν ανάλογα με τη μηχανή, τη λειτουργική ταχύτητα και το φορτίο, το καύσιμο που χρησιμοποιείται, τον τύπο του δυναμόμετρου και τη διαμόρφωση των σωληνώσεων. Η θερμική ισορροπία για μια μηχανή εσωτερικής καύσης σε φουλ φορτίο είναι περίπου μοιρασμένη 1/3 στον άξονα για χρήσιμη εργασία 1/3 στην εξάτμιση και 1/3 στον υδροθάλαμο του νερού ψύξης. Παρόλα αυτά υπάρχουν απώλειες εξαιτίας συναγωγής και ακτινοβολίας από τη μηχανή και από το σωλήνα εξόδου των καυσαερίων. Στον πίνακα 8.2 φαίνεται μια αντιπροσωπευτική ταξινόμηση της θερμότητας που απελευθερώνεται ανάλογα με το τύπο της μηχανής και το μέγεθος της. Η ενέργεια που απορροφάται από το δυναμόμετρο κατά τη διάρκεια της εργασίας απομακρύνεται από το κελί δοκιμής. Η ενέργεια που απορροφάται επιστρέφει στο ηλεκτρικό σύστημα διαχεόμενη στην ηλεκτρική εσχάρα της αντίστασης, ή όταν

χρησιμοποιείται δυναμόμετρο απομακρύνεται από τον νερό ψύξης. Η θερμότητα που έχει απορροφήσει το ψυκτικό μέσο στην προσπάθειά του για ψύξη του αέρα παροχής απομακρύνεται μέσω των εναλλακτών θερμότητας οποίοι στηρίζουν τη λειτουργία τους στο ανακυκλοφορούμενο νερό του πύργου ψύξης. Το ποσό της θερμότητας που χάνεται μέσω συναγωγής από τη μηχανή εξαρτάται από τη θερμοκρασία ψύξης, την θερμοκρασία του αέρα και την ποσότητα του αέρα που περνάει πάνω από τη μηχανή. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια της μηχανής είναι από 80°C έως 150°C για μηχανή εσωτερικής καύσης και από 200°C έως 260°C για αεροστροβίλους. επειδή οι θερμοκρασίες εξόδου των καυσαερίων είναι μεταξύ 650°C και 1000°C οι σωλήνες εξόδου των καυσαερίων απελευθερώνουν σημαντικά ποσά θερμότητας διά μέσου ακτινοβολίας και συναγωγής. Το ελάχιστο κομμάτι της συνολική σωλήνωσης πρέπει να τοποθετείται μέσα στο κελί. Μέθοδοι για τον υπολογισμό των απωλειών διά μέσου συναγωγής ακτινοβολίας από τις σωλήνες εξόδου βρίσκονται στο κεφάλαιο 3 του εγχειριδίου της ASHRAE Handbook Fundamentals. Επειδή οι σωληνώσεις εξόδου, οι σιγαστήρες και διάφορες άλλες συσκευές υπόκεινται σε αλλαγές από δοκιμή σε δοκιμή, γι' αυτό η απώλεια θερμότητας συνήθως εκτιμάται. Μέγιστη απώλεια θερμότητας παρατηρείται όταν χρησιμοποιείται η μεγαλύτερη μηχανή που μπορεί το δυναμόμετρο να χειρισθεί με ανοιχτή βαλβίδα ρύθμισης ροής. Συνολικά, η απελευθέρωση θερμότητας από τη μηχανή υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$P(L_d + L_e + L_c + C)$$

Όπου P=engine brake power, KW

L_d =dynamometer loss per KW

L_e =exhaust pipe losses per KW

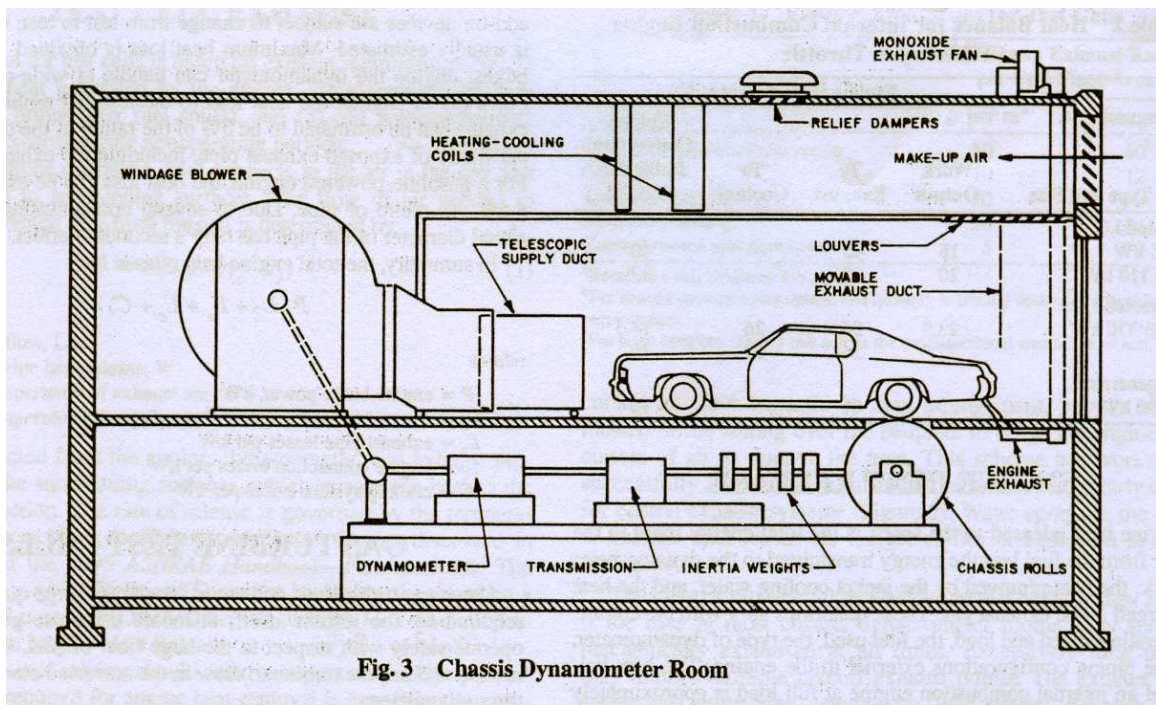
L_c =engine connection losses per KW

C=cooling system losses per KW

Χώροι που βρίσκεται το σασί δυναμόμετρου

Το σασί δυναμόμετρου όπως φαίνεται στην εικόνα 8.3 εξομοιώνει την οδήγηση στο δρόμο και τις συνθήκες για την επιτάχυνση της. Οι ρόδες του αυτοκινήτου

στηρίζονται σ' ένα μεγάλο ράουλο το οποίο οδηγεί ένα δυναμόμετρο. Οι ποσότητες του αέρα διαβαθμίζονται έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις πραγματικές ταχύτητες αέρα που συναντώνται σε έναν πραγματικό δρόμο και βρίσκουν το μπροστινό μέρος του οχήματος. Επίσης, και η σχετική υγρασία ελέγχεται έτσι ώστε να εξομοιώνει τις συνθήκες που επικρατούν παίξουν. Ο αέρας συνήθως εισάγεται μέσω μιας περιοχής η οποία βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του οχήματος. Ένας αγωγός με μια γρίλια αντεπιστροφής τοποθετείται χαμηλά το πίσω μέρος του οχήματος, ετήσιος του αέρας να παραμένει κοντινός του πάτωμα παρά να ανακυκλώνεται διά μέσου μιας γρίλιας στο ταβάνι. Τα σασί δυναμόμετρων εγκαθίστανται και σε κάποια δωμάτια όπου θερμοκρασίες μπορεί να είναι πιο χαμηλές και από $70^{\circ}C$ και σε υψόμετρα μέχρι 3700m. Ο αέρας της καύσης φεύγει κατευθείαν από το δωμάτιο αλλά ένας μηχανικός μηχανισμός αποβολής θα πρέπει να εγκαθίσταται με τέτοιο τρόπο που έτσι ώστε να διατηρούνται οι χαμηλές θερμοκρασίες και υγρασίες.



Εικόνα 8.3

Μηχανή αποβολής καυσαερίων

Τα συστήματα αποβολής καυσαερίων απομακρύνουν τα παράγωγα της καύσης, άκαυστα συμπυκνώματα του καυσίμου και συμπυκνώματα νερού τα οποία προκύπτουν από την έγχυση του νερού που γίνεται για την ψύξη καυσίμου. Η απλούστερη μέθοδος

για την επαγωγή των καυσαερίων από ένα κελί δοκιμής είναι να διαστασιολογήσεις το σωλήνα εξόδου των καυσαερίων έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσει τις αλλαγές στην πίεση και να το συνδέσεις με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα συστήματα εξαγωγής καυσαερίων μπορεί να είναι αυτόνομα ή κομμάτι μιας κεντρικής εγκατάστασης. Ένα αυτόνομο σύστημα που φαίνεται στην εικόνα 8.4B χρησιμοποιείται για ένα μοναδικό κελί δοκιμών με έναν ανεμιστήρα και αγωγούς και μπορεί πολύ εύκολα να ρυθμιστεί στην επιθυμητή λειτουργία ανάλογα με τις απαιτήσεις της μηχανής. Ένα κεντρικό σύστημα απηχεί σε πολλαπλά κελιά με μόνους και πολλαπλούς ανεμιστήρες, κοινούς αγωγούς και συνδέσεις διακλαδώσεων των σε ξεχωριστά κελιά. Οι πιέσεις στους στα συστήματα αποβολής καυσαερίων κυμαίνονται ανάλογα με τις αλλαγές στη χωρητικότητα της μηχανής. Το σύστημα εξόδου καυσαερίων πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε τα ποικίλα φορτία σε διαφορετικά κελιά να έχουν ένα ελάχιστο τελικό αντίκτυπο στο σύστημα. Τάμπερς και ρυθμιστές πίεσης κρατάνε την πίεση μέσα σε αποδεκτά όρια.

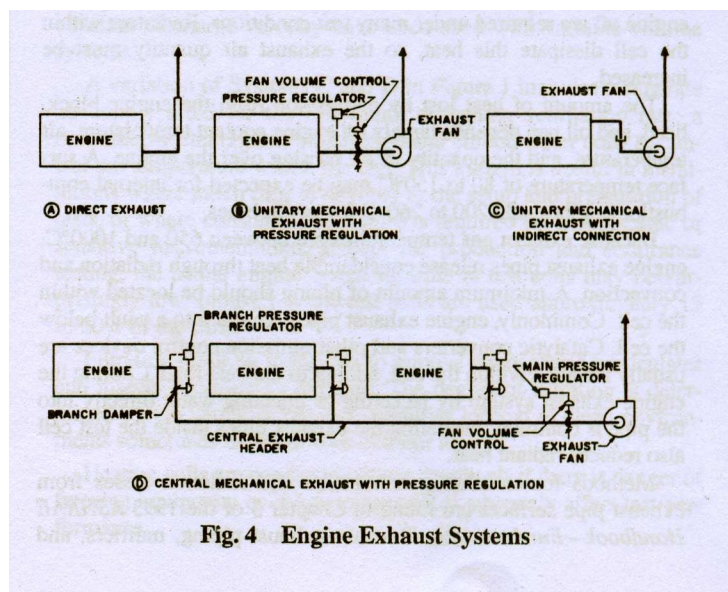


Fig. 4 Engine Exhaust Systems

Εικόνα 8.4

Συστήματα ψύξης νερού

Τα δυναμόμετρα απορροφούν και μετρούν την ωφέλιμη παραγωγή ισχύος της μηχανής. Δύο βασικοί τύποι δυναμόμετρο α) είναι αυτός ψύχεται με νερό και β) και αυτός χρησιμοποιεί ηλεκτρική αντίσταση. Στον πρώτο τύπο δυναμόμετρου η ισχύς της μηχανής μετατρέπεται σε θερμότητα η οποία απορροφάται από ένα σύστημα νερού κυκλοφορίας. Αντίθετα, ηλεκτρικά δυναμόμετρα μετατρέπουν την ισχύ της μηχανής σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να απορροφηθεί σαν θερμότητα στις ηλεκτρικές

αντιστάσεις. Η απώλεια θερμότητας στενότητα δυναμόμετρο είναι περίπου 8% της μετρούμενης εξαγωγή ισχύος. Τα συστήματα ανακυκλοφορίας νερού απορροφούν θερμότητα από το περίβλημα της μηχανής, τους ψύκτες λαδιού και τα δυναμό μέτρα που ψύχονται με νερό διαμέσου ενός συστήματος αντλιών, πύργων ψύξης η αερόψυκτων συμπυκνωτών και δεξαμενών που συλλέγουν το ζεστό και κρύο νερό όπως φαίνεται στην εικόνα 8.5.

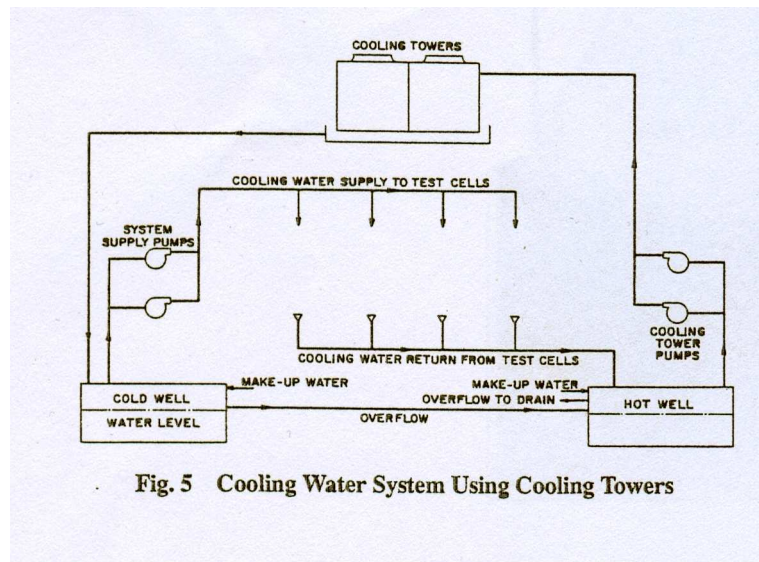


Fig. 5 Cooling Water System Using Cooling Towers

Εικόνα 8.5

Θόρυβος

Τα χαρακτηριστικά του ήχου που παράγεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης πρέπει να υπολογίζεται κατά το σχεδιασμό. Μέρος του θορύβου που παράγεται από τη μηχανή εκκενώνεται διαμέσου σωλήνων. Εάν είναι δυνατόν, εσωτερικής σιγαστές θα πρέπει να εγκαθίστανται έτσι ώστε να απορροφούν το θόρυβο στη πηγή αυτού. Οι αγωγοί αερισμού που διεισδύουν στα κελιά θα πρέπει να μονώνονται ενάντια στη μετάδοση του ήχου στις υπόλοιπες περιοχές του κτιρίου ή ακόμα και στο εξωτερικό

περιβάλλον. Στον πίνακα 8.3 φαίνονται τυπικά επίπεδα θορύβου σε κελιά δοκιμών κατά τη διάρκεια λειτουργίας της μηχανής.

Κεφάλαιο 9

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε τυπογραφεία

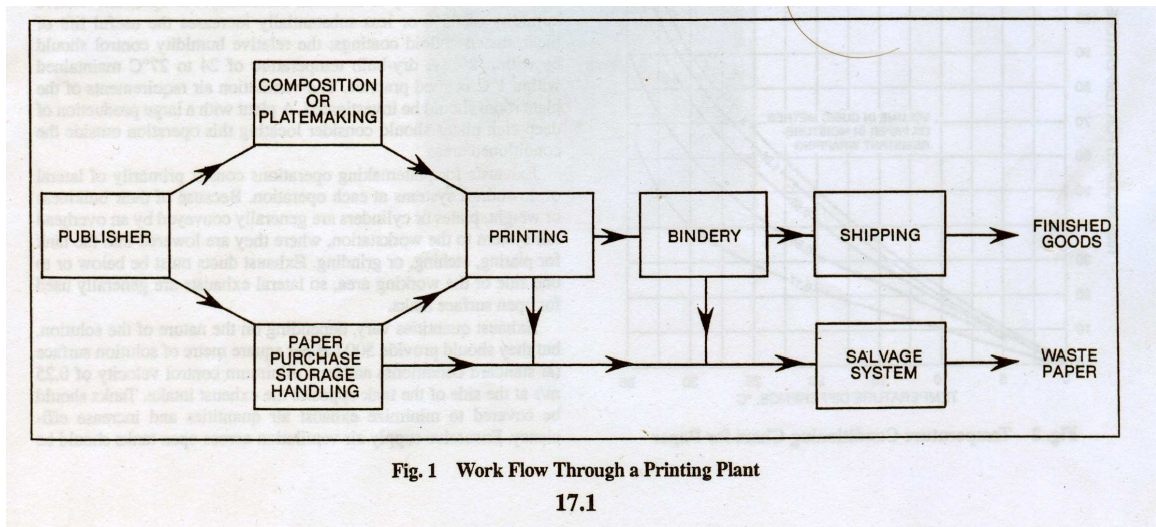
9.1 Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις απαιτήσεις κλιματισμού. Ο κλιματισμός σε τυπογραφεία είναι δυνατόν να παρέχει ελεγχόμενο, ομοιόμορφο αέρα με συγκεκριμένη θερμοκρασία και υγρασία στους χώρους εργασίας. Το χαρτί, βασικό συστατικό χρησιμοποιείται σε μια αναπαραγωγή σε έντυπη μορφή, είναι υγροσκοπικό και πολύ ευαίσθητο σε αλλαγές της υγρασίας του περιβάλλοντος αέρα.

9.2 ΓΕΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

οι παρακάτω είναι οι 3 βασικές μέθοδοι εκτύπωσης:

1. εκτύπωση σε πρέσσα: Το μελάνι εφαρμόζεται σε μια σηκωμένη επιφάνεια
2. λιθογραφία
3. φωτολιθογραφία

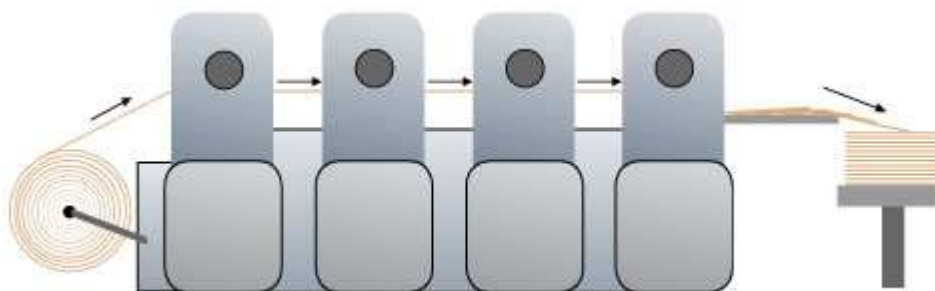


Εικόνα 9.1

Η εικόνα 1 δείχνει τη γενική ροή εργασίας σε ένα τυπογραφείο. Η λειτουργία ξεκινάει στον εκδότη και τελειώνει με το τελικό εκτυπωμένο προϊόν και το άχρηστο χαρτί. Το άχρηστο χαρτί, το οποίο μπορεί να είναι μέχρι 20% της συνολικής ποσότητας χαρτιού που χρησιμοποιείται, επηρεάζει την αποδοτικότητα της λειτουργίας εκτύπωσης. Ο σωστός κλιματισμός είναι δυνατόν να βοηθήσει στη μείωση αυτής της ποσότητας του άχρηστου χαρτιού. Σε εξαιρετική χαμηλή υγρασία, ο στατικός ηλεκτρισμός έχει ως αποτέλεσμα το χαρτί να κολλήσει στον κύλινδρο του πιεστηρίου, δημιουργώντας υπερβολική τάση πάνω στο κύλινδρο, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πρεσσών υψηλής ταχύτητας.

Web Press

A printing press that prints on a large, continuous roll of paper as opposed to printing on sheets.



Εικόνα 9.6

Ειδικές θεωρήσεις

Διαφορετικές περιοχές σε τυπογραφεία απαιτούν ειδική προσοχή λόγω των θερμικών φορτίων που αναπτύσσονται. Στο τμήμα όπου γίνεται χάραξη πρέπει να υπάρχει πολύ καθαρός αέρας, τουλάχιστον καθαρότερος αυτού που υπάρχει σ' ένα γραφείο. Στις περιοχές όπου γίνει τη χάραξη και στις φωτογραφικές περιοχές υπάρχουν ειδικές ανάγκες αερισμού εξαιτίας των χημικών που χρησιμοποιούνται. Ο ατμός νιτρικού οξέος που παράγεται από την χάραξη απαιτεί αγωγούς από αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χάλυβα. Οι χώροι όπου γίνεται η σύνθεση, οι οποίοι περιέχουν εξοπλισμό υπολογιστών αντιμετωπίζονται σαν κανονικές περιοχές γραφείων. Μια έντονη σκόνη που παράγεται από την κοπή στην πρέσα πρέπει επίσης να ελέγχεται. Στους χώρους όπου γίνεται εκτύπωση με στερεοτυπία υπάρχουν πολύ υψηλά θερμικά φορτία. Η διανομή αέρα στην αίθουσα πιεστηρίου με πρέσες (web press,δες εικόνα 9.6) δεν πρέπει να προκαλεί ταλαντεύσεις στον κύλινδρο και δεν πρέπει να εξαναγκάζει τους μολυντές ή τη θερμότητα να βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα. Ο αέρας στις αίθουσες των πιεστηρίων πρέπει να επεξεργάζεται έτσι ώστε να αποβάλλονται μολυντές σαν τη βαφική ύλη, λάδια, ρητίνες, διαλυτικές ουσίες και σκόνη. Συστήματα καταστολής στις πρέσες μειώνουν τη θαμπάδα από το μελάνι που μεταφέρεται στο σύστημα φιλτραρίσματος. Συμβατικός κλιματισμός και εξοπλισμός χειρισμού αέρος χρησιμοποιείται στα εργοστάσια όπου γίνεται τυπογραφία. Ο αερισμός των αποθηκών απαιτεί 1,5 αλλαγή αέρος ανά ώρα. Κατά την βιβλιοδεσία, πολλά σημεία ένδειξης δεσίματος σελίδων στοιβάζονται κοντά στον εξοπλισμό κάτι το οποίο κάνει δύσκολο την παροχή αέρα στους «κατόχους» χωρίς να διασκορπίζονται τα σημεία ένδειξης δεσίματος σελίδων. Μια προσέγγιση είναι η τοποθέτηση των κύριων αγωγών στο ταβάνι με πολλούς παροχείς να διακλαδίζονται βρισκόμενοι 2,5 με 3 μέτρα από το έδαφος. Συμβατικοί διαχύτες ροής, συνήθως γραμμικού τύπου, χρησιμοποιούνται.

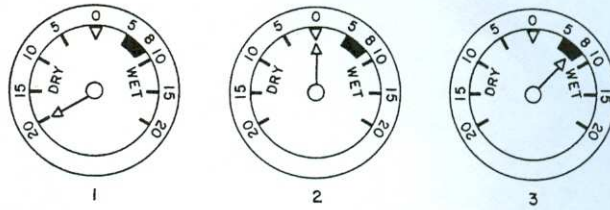


Fig. 3 Sword Hygroscopic Readings Taken from Three Lots of Paper

Εικόνα 9.3

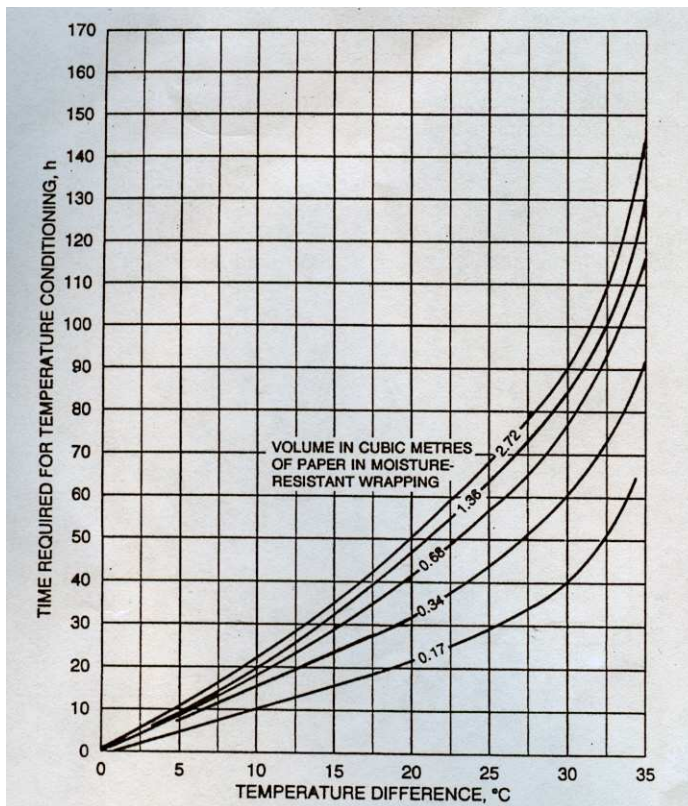


Fig. 2 Temperature Conditioning Chart for Paper

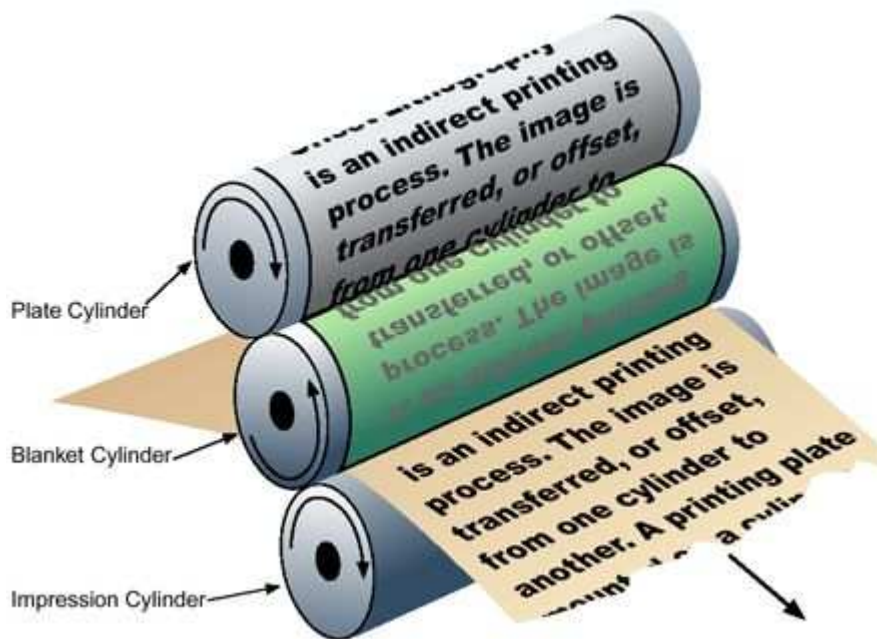
Εικόνα 9.2

9.3 Έλεγχος της ποσότητας υγρασίας του χαρτιού

Ο έλεγχος της ποσότητας υγρασίας και θερμοκρασίας του χαρτιού είναι πολύ σημαντικός σε όλες τις μορφές τυπογραφίας, ιδιαίτερα στην πολύχρωμη λιθογραφία. Θα πρέπει να λαμβάνεται (το χαρτί) στο εργοστάσιο όπου γίνεται η αναπαραγωγή σε έντυπη μορφή μέσα σε κάλυμμα το οποίο προφυλάσσει το χαρτί από την υγρασία. Το κάλυμμα δεν απομακρύνεται μέχρι το χαρτί να έρθει στη θερμοκρασία που επικρατεί μέσα στην αίθουσα του πιεστηρίου. Όταν εκτεθεί στη θερμοκρασία της αίθουσας, το χαρτί που ευρίσκεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από αυτή του δωματίου γρήγορα απορροφάει υγρασία από τον αέρα προκαλώντας έτσι παραμόρφωση. Η εικόνα 9.2 δείχνει το χρόνο που απαιτείται έτσι ώστε το χαρτί να αποκτήσει τη θερμοκρασία που επικρατεί μέσα στην αίθουσα. Οι εκτυπωτές συνήθως απαιτούν χαρτί με υγρασία περίπου ίδια με τη σχετική υγρασία που επικρατεί μέσα στα στις αίθουσες των πιεστηρίων. Το υγροσκόπιο χαρτιού χρησιμοποιείται για να ελέγξει τη υγροσκοπική κατάσταση του χαρτιού σχετικά με αυτή του περιβάλλοντος αέρα. Το έλασμα περιέχει ένα στοιχείο το οποίο είναι ευαίσθητο στην υγρασία και το οποίο διαστέλλεται ή συστέλλεται ενεργοποιώντας έτσι τον δείκτη της βελόνας πάνω στο ταμπλό. Στην εικόνα 9.3 φαίνονται ενδείξεις από τρία δείγματα χαρτιού σ' ένα χώρο πιεστηρίου. Στην πρώτη περίπτωση φαίνεται ότι το χαρτί είναι πολύ ξηρό έτσι ώστε να εκτεθεί στον αέρα του δωματίου χωρίς το σχηματισμό κυματοειδών πλευρών. Στη δεύτερη θέση ένδειξης το χαρτί βρίσκεται σε ισορροπία με τον αέρα δωματίου, κάτι το οποίο είναι το επιθυμητό για εκτύπωση σε πρέσα, εκτός βεβαίως από την πολύχρωμη λιθογραφία. Στην τρίτη περίπτωση, έχουμε χαρτί του οποίου η υγρασία είναι μεγαλύτερη από αυτήν του αέρα, ο οποίος βρίσκεται μέσα στο χώρο του πιεστηρίου.

Plate Cylinder

The cylinder on a press where the plate is mounted.



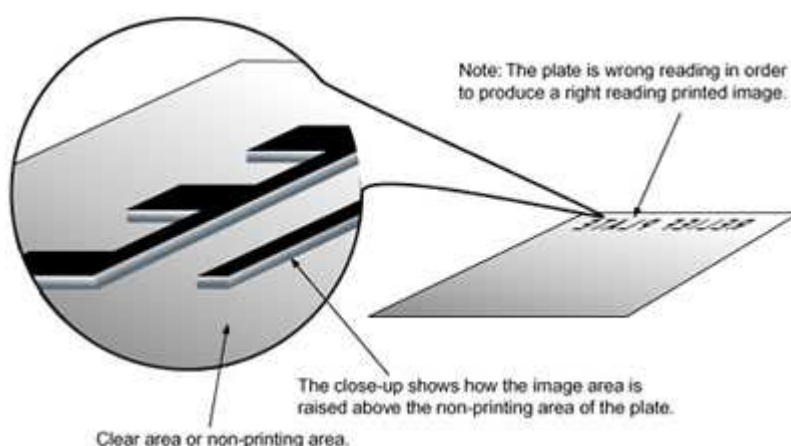
Εικόνα 9.7

9.4 Πλάκα εκτύπωσης

Εάν η θερμοκρασία και το ποσοστό υγρασίας της πλάκας αυξηθούν, αυξάνεται η ευαισθησία των στρωμάτων. Επίσης, εάν η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία που επικρατεί μέσα στους χώρους δημιουργίας των πλακών είναι σταθερή, τότε οι πλάκες μπορούν να παραχθούν σε ελεγχόμενες συνθήκες. Όσο η πλάκα είναι ξηρή, ένα δίχρωμο, κολλοειδές στρώμα αρχίζει να γερνάει (εξασθενεί) και να σκληραίνει σε συνάρτηση με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. ο βαθμός γήρανσης και σκλήρυνσης μπορεί να εκτιμηθεί ακριβέστερα όταν ο χώρος κλιματίζεται. Η έκθεση σε κλιματισμένο αέρα μειώνεται σταδιακά έτσι ώστε να επιτευχθεί η ομοιομορφία. Μια σχετική υγρασία 45% ή και λιγότερο σταδιακά αυξάνει τη ζωή αυτών των δίχρωμων, κολλοειδών στρωμάτων. Οι απαιτήσεις αερισμού πρέπει να εξετάζονται. Οι σωλήνες εξαγωγής που χρησιμοποιούνται για λειτουργίες δημιουργίας πλακών αποτελούνται κυρίως από παράλληλα ή κωνικά συστήματα σε κάθε λειτουργία.

Relief Printing εκτύπωση σε πρέσσα

printing method where the plate used to print with has two levels to it. The higher level is the image area that carries the ink. Flexography and letterpress are relief printing methods.

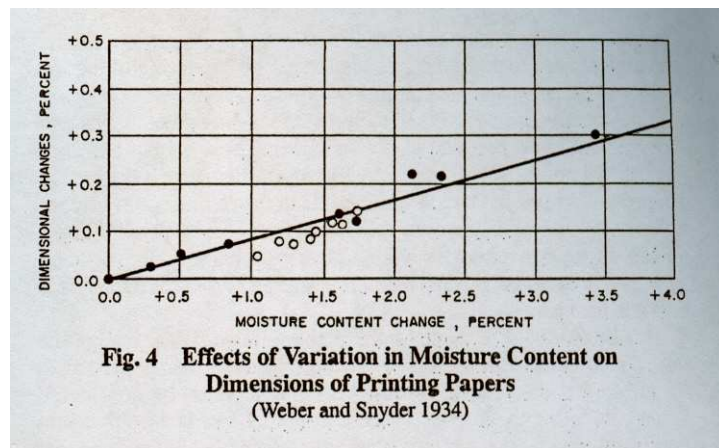


Εικόνα 9.8

9.5 Εκτύπωση σε πρέσα

Σε αυτού του είδους εκτύπωσης, οι κύλινδροι του πιεστηρίου επιθέτουν μελάνι μόνο στην « σηκωμένη» επιφάνεια της πλάκας εκτύπωσης. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται πίεση έτσι ώστε να μεταφερθεί το μελάνι από την σηκωμένη επιφάνεια κατευθείαν στο χαρτί. Μόνο η σηκωμένη επιφάνεια αγγίζει το χαρτί έτσι ώστε να μεταφερθεί σ' αυτό η επιθυμητή εικόνα. Ο κλιματισμός στα τυπογραφεία των εφημερίδων και σε άλλους χώρους εκτύπωσης(με πιεστήρια συνεχούς ροής εκτύπωσης) ελαχιστοποιεί τα προβλήματα που προκαλούνται από το στατικό ηλεκτρισμό, τη θαμπάδα του μελανιού, και τη συστολή και διαστολή του χαρτιού κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης. Μια μεγάλη κλίμακα λειτουργικών συνθηκών είναι αποδεκτή. Η θερμοκρασία πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε να ικανοποιεί το αίσθημα της άνεσης του χειριστή. σε ταχύτητες της τάξεως των 5 με 10m/s για τον κύλινδρο τυπογραφικού χαρτιού δεν είναι αναγκαίο να ελέγχεται η σχετική υγρασία επειδή τα μελάνια στεγνώνουν με την θερμότητα. Σε κάποια είδη εκτύπωσης, η υγρασία κατά κάθετα

πάνω στον κύλινδρο . Σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται ειδική διαδικασία εφαρμογής με μελάνι. Το μελάνι που χρησιμοποιείται σε μια πρέσα εκτύπωσης συνεχούς ροής είναι κατεργασμένο εν θερμώ, βρασμένο σε υψηλή θερμοκρασία, αποτελούμενο από εξατμίζουσες συνθετικές ρητίνες και λάδια πετρελαίου διαλυμένα σε υδρογονάνθρακες. Η διαλυτική ουσία πρέπει να έχει χαμηλό σημείο ζέσεως με χαμηλή πτητικότητα σε θερμοκρασία δωματίου και μεγάλο βαθμό απορροφητικότητας σε υψηλές θερμοκρασίες. Η διαλυτική ουσία εξατμίζεται στους στεγνωτήρες της πρέσας πιεστηρίου στους 120-200 °C, αφήνοντας τις ρητίνες και τα λάδια πάνω στο χαρτί. Τα μελάνια στεγνώνουν από το πέρασμα του κυλίνδρου από τους στεγνωτήρες σε ταχύτητες 510m/s.



Εικόνα 9.4

Λιθογραφία

Στην λιθογραφία χρησιμοποιείται μία κατεργασμένη με γράσο εικόνα εκτύπωσης δεκτική στο μελάνι, πάνω σε μια επιφάνεια η οποία δεν είναι ούτε σηκωμένη ούτε χαμηλωμένη. Το γράσο και το μελάνι απομακρύνουν το νερό. Νερό εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια της πλάκας εκτός από την εικόνα που εκτυπώνεται. Το μελάνι εφαρμόζεται μόνο στην εικόνα που εκτυπώνεται και μεταφέρεται στο χαρτί κατά τη διαδικασία εκτύπωσης. Η εκτύπωση σε offset(μουντζούρωμα από επαφή τυπωμένων φύλλων) μεταφέρει την εικόνα πρώτα στην τσόχα (περίβλημα κυλίνδρου πιεστηρίου) και μετέπειτα στο χαρτί. Τα μελάνια που χρησιμοποιούνται είναι παρόμοια με αυτά της εκτύπωσης σε πρέσα αλλά περιέχουν ανθεκτικά στο νερό μέσα και βαφικές ύλες. Η

σχετική υγρασία μέσα στο χώρο εκτύπωσης πρέπει να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα και η θερμοκρασία θα πρέπει να επιλέγει την ανάλογα την επιθυμητή άνεση ή τουλάχιστον να αποφεύγεται υπερβολική τάση λόγω θέρμανσης. Ο χώρος εκτύπωσης για πολύχρωμη εκτύπωσης σε offset έχει περισσότερες απαιτήσεις ακριβείας υγρασίας σε σχέση με άλλες διαδικασίες εκτύπωσης. Το χαρτί πρέπει να παραμένει επίπεδο έχοντας σταθερές διαστάσεις κατά τη διάρκεια της πολύχρωμης εκτύπωσης κατά τη διάρκεια της οποίας το χαρτί θα περάσει έξι φορές διαμέσου της πρέσας κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 1 εβδομάδας ή ακόμη και περισσότερο. Εάν το χαρτί δεν περιέχει την σωστή ποσότητα υγρασίας στην αρχή, το χαρτί δεν θα διατηρήσει τις διαστάσεις του και την επιπεδότητά του. Η εικόνα 9.4 δείχνει τον πολύ στενό έλεγχο της σχετικής υγρασίας του αέρα η οποία είναι αναγκαία για να επιτευχθεί η απαιτούμενη ακρίβεια. Τα δεδομένα που φαίνονται στην εικόνα είναι για σύνθετο λιθογραφικό χαρτί. Η διατήρηση του χαρτιού είναι λίγο περίπλοκη διότι το χαρτί απορροφά υγρασία από το περίβλημα κυλίνδρου του πιεστηρίου κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης. Όταν 2 και παραπάνω εκτυπώσεις έχουν τελειώσει, το χαρτί στην αρχή της διαδικασίας εκτύπωσης πρέπει να έχει ένα ποσό υγρασίας 58% πάνω από την υγρασία του αέρα στον χώρο εκτύπωσης. Σε αυτή την περίπτωση, οι εξατμιζόμενοι υδρατμοί από το χαρτί περνάνε στον αέρα ισορροπώντας την υγρασία η οποία προστίθεται από το πιεστήριο. Κατά τη διάρκεια μιας λιθογραφικής εκτύπωσης, συνιστάται θερμοκρασία ξηρής σφαίρας 24-27°C dry bulb και σχετική υγρασία 43-47 %(relative humidity). Η άνεση και η οικονομία της λειτουργίας είναι αυτά που επηρεάζουν την επιλογή της θερμοκρασίας. Το αποτέλεσμα των αλλαγών της σχετικής υγρασίας φαίνεται ξεκάθαρα στην εικόνα 9.4. Στενότερος έλεγχος της σχετικής υγρασίας απαιτείται για πολύχρωμη εκτύπωση. Το στέγνωμα του μελανιού επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία, έτσι είναι δύσκολο να επιτευχθούν ομοιόμορφα αποτελέσματα χωρίς τον έλεγχο των ατμοσφαιρικών συνθηκών. Είναι αναγκαίο τα εκτυπωτικά μελάνια να στεγνώνουν αμέσως. Υψηλή σχετική υγρασία και υψηλό ποσοστό υγρασίας μέσα στο χαρτί τείνουν να εμποδίσουν τη διείσδυση του μελανιού, έτσι περισσότερο μελάνι παραμένει στην επιφάνεια το οποίο μπορεί γρηγορότερα να οξειδωθεί. Τούτο επηρεάζει το χρόνο του στεγνώματος, τη φωτεινότητα του χρώματος και την ομοιομορφία του μελανιού στην επιφάνεια. Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, το σύστημα κλιματισμού για ένα χώρο όπου γίνεται λιθογραφική εκτύπωση θα πρέπει να ελέγχει τη θερμοκρασία του αέρα και τη σχετική υγρασία, το φιλτράρισμα του αέρα, τον εξαερισμό και να διανέμει αυτόν χωρίς να δημιουργούνται ρεύματα αέρα γύρω από τις πρέσες. Οι λειτουργικές διαδικασίες ενός χώρου εκτύπωσης πρέπει να αναλύονται έτσι ώστε να καθορίζεται το

θερμικό φορτίο που πρέπει να απομακρυνθεί. Το φορτίο φωτισμού είναι υψηλό και συνεχές κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας. Η θερμοκρασία του χαρτιού που εισάγεται μέσα στο χώρο εκτύπωσης και η διάρκεια του χρόνου κατά την οποία αυτό είναι μέσα στο δωμάτιο θα πρέπει να υπολογίζεται έτσι ώστε να καθορίζεται το αισθητό φορτίο που προέρχεται από το χαρτί. Στην εικόνα 9.2 φαίνεται ο χρόνος που απαιτείται έτσι ώστε το χαρτί που βρίσκεται μέσα στο περιτύλιγμα να φθάσει την θερμοκρασία δωματίου. Επίσης, οι κινητήρες της πρέσας συνήθως παράγουν ένα μεγάλο ποσοστό του εσωτερικού αισθητού θερμικού κέρδους. Η ποσότητα υγρασίας του χαρτιού που εισάγεται στην πρέσα και η σχετική υγρασία του αέρα θα πρέπει να καθορίζονται κατά τον υπολογισμό του εσωτερικού λανθάνοντος θερμικού κέρδους υγρασία του χαρτιού που χρησιμοποιείται είναι λίγο υψηλότερη από αυτή του χώρου εκτύπωσης, με αποτέλεσμα να μεταφέρεται υγρασία από το χαρτί στο χώρο. Αφού επέρχεται υγρασιακή ισορροπία, το νερό που χρησιμοποιείται στη διαδικασία εκτύπωσης πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο εσωτερικό φορτίο υγρασίας. Προτιμάται να καθορίζεται η εξάτμιση του νερού από τις πρέσες μέσω δοκιμών.

Συστήματα κλιματισμού

Η ακριβής πολύχρωμη λιθογραφική εκτύπωση σε offset απαιτεί ψύξη με παροχή για ξεχωριστό έλεγχο της υγρασίας ή εξοπλισμό αφύγρανσης για ξεχωριστό έλεγχο της υγρασίας και παροχή για ψύξη. Η ανάγκη για έλεγχο της υγρασίας μέσα στο χώρο εκτύπωσης καθορίζεται από τον υπολογισμό της διάστασιολογικής αλλαγής του χαρτιού για κάθε εκατοστό αλλαγής της σχετικής υγρασίας επαληθεύοντας το με την απαιτούμενη ρύθμιση εισόδου αέρα για τη διαδικασία εκτύπωσης. Ο κλιματισμός του φωτογραφικού τμήματος συνήθως έρχεται δεύτερος σε σημαντικότητα μετά από το χώρο εκτύπωσης. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο μέρος της δουλειάς στην λιθογραφία γίνεται πάνω σε φιλμ. Ο κλιματισμός ελέγχει την καθαρότητα και την άνεση και διατηρεί το μέγεθος του φιλμ. Επίσης, ο κλιματισμός είναι σημαντικός και στο τμήμα «ξεφλουδίσματος», αφού διατηρεί την άνεση και το μέγεθος. Το κατσάρωμα του φιλμ και η οριζοντιοποίηση αυτού μπορεί να ελαχιστοποιηθεί διατηρώντας σταθερή την σχετική υγρασία. Αυτό ένα πολύ σημαντικό όταν χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια και παράλληλα έχεις να κάνεις με πολλά χρώματα. Οι συνθήκες που επικρατούν στην φωτογραφική περιοχή, στο τμήμα «ξεφλουδίσματος» και στην πλάκα εκτύπωσης συνήθως είναι ίδιες με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο που βρίσκεται το πιεστήριο. Οι στεγνωτήρες που χρησιμοποιούνται στην εκτύπωση σε offset είναι ίδιου τύπου με αυτούς που χρησιμοποιούνται στην εκτύπωση σε πρέσα. Το στέγνωμα είναι λιγότερο περίπλοκο επειδή λιγότερο μελάνι εφαρμόζεται και οι πρέσες τρέχουν σε χαμηλότερες ταχύτητες της τάξεως των 49m/s.

Κεφάλαιο 10

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε κλωστοϋφαντουργεία

10.1 Εισαγωγικά

Οι συσκευές πλυσίματος του αέρα είναι ιδιαίτερα σημαντικές στην κλωστοϋφαντουργεία και αυτές μπορεί να είναι συμβατικές χαμηλής ταχύτητας η υψηλής ταχύτητας μονάδες σε συστήματα πολλών στρωμάτων. Στον εξοπλισμό μονάδων υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιούνται, αν και όχι πολύ συχνά, περιστροφικοί αποσβεστήρες (eliminators). Η μόλυνση του αέρα που περνά από τη συσκευή πλυσίματος (που οφείλεται στα αερομεταφερόμενα λάδια) υπαγορεύει τον διαχωρισμό των συσκευών πλυσίματος του αέρα και των ψυκτών από τους εναλλάκτες θερμότητας.

10.2 Ολοκληρωμένα συστήματα

Πολλά εργοστάσια χρησιμοποιούν ένα σύστημα πλυσίματος του ήδη διυλισμένου αέρα το οποίο συνδέει το σύστημα κλιματισμού με το σύστημα συλλογής (collector system) δημιουργώντας έτσι μια ενοποιημένη μονάδα. Ο αέρας που καθοδηγείται από τους ανεμιστήρες του συστήματος συλλογής μαζί με οποίο επιπλέον ποσό αέρα απαιτείται για τη σύνθεση του συνολικού αέρα

αντεπιστροφής, διανέμονται πίσω στην συσκευή κλιματισμού διαμέσου ενός κεντρικού αγωγού. Η ποσότητα του αέρα που επιστρέφει από τα συστήματα καθαρισμού ύστερα από τη επεξεργασία του κάθε μαλλιού πλεξίματος δεν πρέπει να υπερβαίνει σε ποσότητα τον κλιματισμένο αέρα παροχής. Ο αέρας που αποβάλλεται από τέτοιες αναρροφητικές διατάξεις μεταφέρεται μέσω αγωγών επιστροφής κατευθείαν στο σύστημα κλιματισμού. Όταν τα ενοποιημένα συστήματα περιστασιακά υπερβαίνουν τις απαιτήσεις του αέρα παροχής για τον χώρο τον οποίο υπηρετούν, ο περισσευούμενος αέρας πρέπει να επανεισάγεται αφού πρώτα φιλτραριστεί . Στη συνέχεια, ακολουθούν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ενοποίηση των συστημάτων :

1. Με μια συνεχή παροχή αέρα, η καλύτερη και αμετάβλητη διανομή αέρα μπορεί να επιτευχθεί σε κυκλικές περιόδους ενός χρόνου .
2. η ροή αέρα προς τα κάτω μπορεί να ελεγχθεί· ρεύματα που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν μέσα στο χώρο ελαχιστοποιούνται ή ακόμη και εξαλείφονται. Ο διαμελισμός που γίνεται μεταξύ των συστημάτων τα οποία υπηρετούν διαφορετικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας ενισχύει την αξία αυτής της ενοποίησης.
3. οι θερμικές απώλειες που προκύπτουν κατά τη διάρκεια επεξεργασίας της μαλλιού πλεξίματος εξαιτίας του μοτέρ εγκλωβίζονται μέσα στον αγωγό όπως ακριβώς και η θερμότητα του συστήματος συλλογής (collector system) μη μπορώντας να επηρεάσουν τις συνθήκες που επικρατούν μέσα στο δωμάτιο.
4. Οι ομοιόμορφες συνθήκες που επικρατούν μέσα στο δωμάτιο βελτιώνουν την παραγωγή. Ο κλιματισμένος αέρας εισάγεται κατευθείαν στις περιοχές εργασίας ελαχιστοποιώντας ή ακόμα και εξαλείφοντας υγρά ή ξηρά σημεία που είναι πιθανόν να δημιουργηθούν.
5. Επιτυγχάνεται ο μέγιστος καθαρισμός του αέρα παροχής.

Συστήματα συλλογής(collector systems)

Ένα σύστημα συλλογής είναι στην ουσία μια διάταξη σύλληψης των αποβλήτων που χρησιμοποιεί πολλά στόμια τα οποία λειτουργούν σε υψηλές πιέσεις αναρρόφησης. Κάθε κομμάτι του μηχανισμού παραγωγής είναι

εξοπλισμένο με στόμια αναρρόφησης σε όλα τα σημεία της γραμμής παραγωγής του υφαντού. Τα συλλαμβάνοντα απόβλητα γενικά συγκεντρώνονται σε μια μονάδα η οποία περιλαμβάνει ανεμιστήρα και φίλτρο. Ο συλλέκτης που βρίσκεται στην περιοχή παραγωγής είναι δυνατόν να στείλει τον αποβαλλόμενο (αλλά φιλτραρισμένο μετέπειτα) αέρα πίσω στην περιοχή παραγωγής ή να τον στείλει στο κεντρικό σύστημα κλιματισμού μέσω ενός αγωγού επιστροφής. Τότε, ο αέρας είναι δυνατόν να διέλθει της διαδικασίας πλυσίματος ή να ελευθερωθεί διαμέσου των τάμπερς στο εξωτερικό περιβάλλον. Η εικόνα 10.2 δείχνει ένα χώρο μηχανικού κλωστηρίου με σύστημα κλιματισμού και συστήματα συλλογής συνδεδεμένα σε μια ενοποιημένη μονάδα. Σε αυτή την περίπτωση, το σύστημα συλλογής επιστρέφει όλο τον αέρα στο σύστημα κλιματισμού. Εάν ο αέρας παροχής από το σύστημα κλιματισμού υπερβεί το μέγιστο το οποίο μπορεί να χειριστεί ένα σύστημα συλλογής, επιπλέον αέρας θα πρέπει να επιστραφεί χρησιμοποιώντας όμως άλλους τρόπους. Η εικόνα 10.2 δείχνει επίσης αέρα επιστροφής να εισέρχεται στο σύστημα κλιματισμού διαμέσου του τάμπερ T , να περνάει στη συνέχεια από τη συσκευή πλυσίματος H , και να διανέμεται από τον ανεμιστήρα J στον αγωγό παροχής, ο οποίος τον διανέμει με σκοπό βεβαίως να διατηρηθούν συγκεκριμένες συνθήκες μέσα στο χώρο του κλωστηρίου. Στο τέλος κάθε κλωστηρίου υπάρχουν αυτόνομοι τύπου μονάδες οι οποίες αποτελούνται από τον αεροφράκτη N , τη μονάδα συλλογής με κόσκινο O και τον ανεμιστήρα της μονάδας συλλογής P . Ο ανεμιστήρα συλλογής P εξάγει τον αέρα διαμέσου των στομίων εισαγωγής τα οποία βρίσκονται κατά μήκος των κλωστηρίων. Ο αέρας αυτός περνάει μέσα από τον αγωγό ο οποίος βρίσκεται παράλληλα στη μηχανή του κλωστηρίου κατευθυνόμενος στο κόσκινο O και στη συνέχεια διαχέεται στη βάση της περίφραξης όπως φαίνεται καθαρά στο σχήμα. Η ποσότητα του αέρα δεν είναι συνεχής, αλλά πέφτει σιγά σιγά όσο το υλικό συγκεντρώνεται πάνω στο κόσκινο. Επειδή η ποσότητα του αέρα επιστροφής πρέπει να παραμένει σταθερή και η ποσότητα του αέρα που διέρχεται από τον ανεμιστήρα P είναι πιθανό να μειώνεται ανά περιόδους, γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητα εκτονωτικά ανοίγματα. Τούτα είναι απαραίτητα ακόμα και στις περιπτώσεις που ο όγκος του αέρα επιστροφής είναι μεγαλύτερος από αυτό που μπορεί να διαχειριστεί ένα σύστημα συλλογής αναρρόφησης. Η εκροή που γίνεται από τον ανεμιστήρα P είναι σπαστή, έτσι κομμάτι του αέρα ψύχει πρώτα το κινητήρα του κλωστηρίου πλήρως προτού επανενωθεί με τον υπόλοιπο αέρα μέσα στο τούνελ επιστροφής. Ανεξάρτητα με το εάν η συνολική ποσότητα του

αέρα επιστροφής αποτελείται από αέρα ο οποίος έχει περάσει από τις μονάδες συλλογής ή αποτελεί συνδυασμό των μονάδων συλλογής και των ανοιγμάτων του πατώματος οι οποίοι βρίσκονται κάτω από τα κλωστήρια, ο ανεμιστήρας επιστροφής R τον διανέμει στο μηχανισμό κλιματισμού, ακριβώς μπροστά από το τάμπερ T. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι γίνεται το φιλτράρισμα του αέρα επιστροφής προτού εισέλθει στη συσκευή κλιματισμού. Η λειτουργία κατά τη διάρκεια ήπιων καιρικών φαινομένων έχει ως αποτέλεσμα περισσότερος εξωτερικός αέρας να εισάγεται διαμέσου του τάμπερ U. Αυτός ο αέρας απελευθερώνεται διαμέσου ηλεκτροκίνητου τάμπερ S το οποίο σταδιακά ανοίγει ενώ παράλληλα ανοίγει και το εξωτερικό τάμπερ U, ενώ το τάμπερ επιστροφής T κλείνει καθ' αναλογία. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία λειτουργούν όπως ενός τυπικού κεντρικού σταθμού συστημάτων καθαρισμού αέρος. Ένα σύστημα όπως αυτό που φαίνεται στην εικόνα 10.2 μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για λανάρισμα(χτένισμα). Το σύστημα συλλογής για αυτήν την περίπτωση φαίνεται στην εικόνα 10.3. Ένας κεντρικός συλλέκτης φιλτράρει τον αέρα που εξέρχεται από διαφορετικά σημεία σε κάθε λανάρι. Αυτός ο αέρας εισέρχεται στον αγωγό επιστροφής A και στη συνέχεια επιστρέφει στην διάταξη κλιματισμού για να ελευθερωθεί στο περιβάλλον ή να επιστρέψει κατευθείαν στο χώρο που γίνεται η κατεργασία.

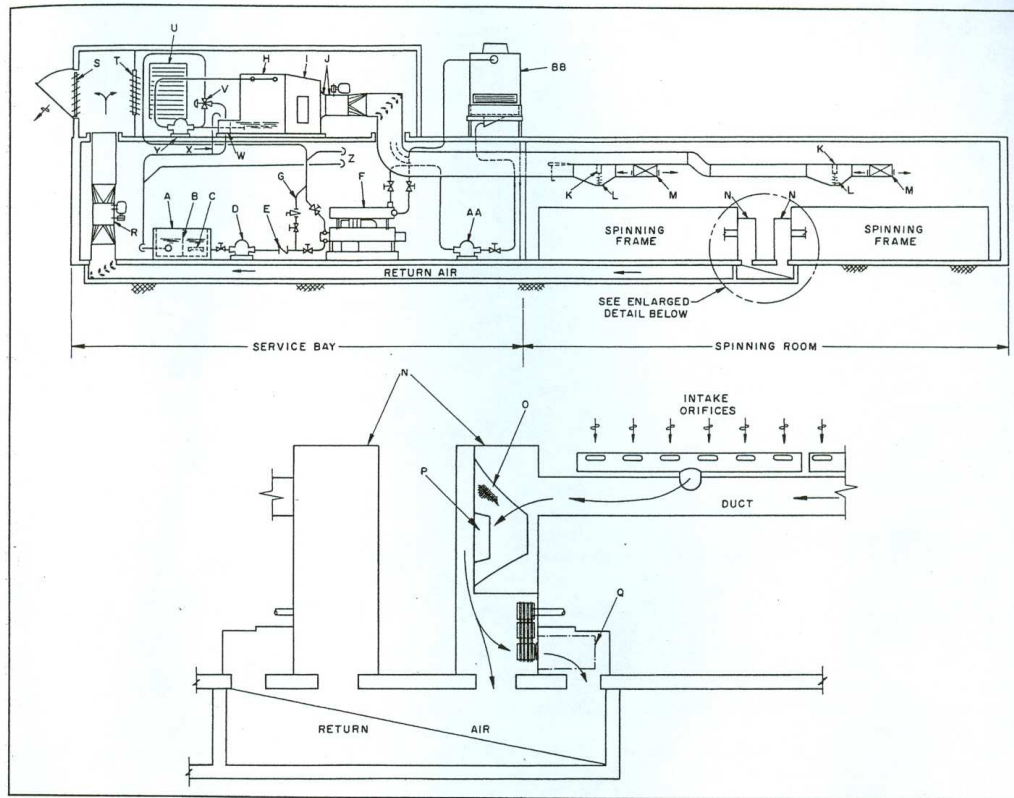


Fig. 2 Mechanical Spinning Room with Combined Air-Conditioning and Collector System

Εικόνα 10.2

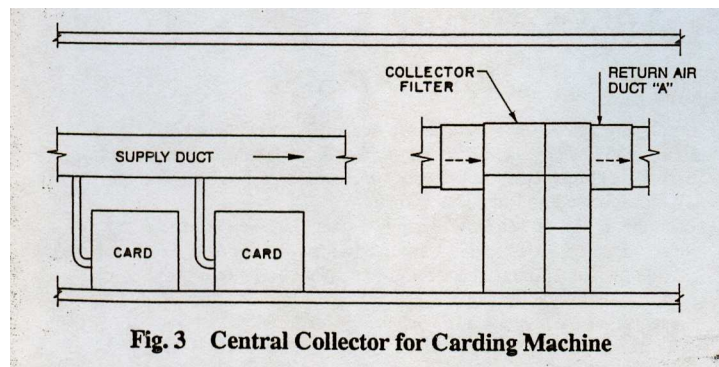


Fig. 3 Central Collector for Carding Machine

Εικόνα 10.3

10.3 Διανομή αέρος

Τα εργοστάσια κλωστοϋφαντουργίας στα οποία υπάρχει ομοιόμορφη διανομή αέρος είναι πολύ πιθανόν να απαιτούν ειδικούς χειρισμούς για περιοχές όπου σημειώνεται μεγάλη συγκέντρωση φορτίου.

Σε χώρους συνεχούς γνεψίματος, οι μέθοδοι διανομής είναι διάφοροι. Συγκεκριμένα, σημειακή ψύξη ή επιφανειακή απομάκρυνση θερμότητας είναι δυνατόν να απαιτούνται. Αυτός ο χώρος είναι δυνατόν να ψύχεται από κλιματιστική διάταξη, εξατμιστική ψύξη η εξαερισμό.

Στις καπνοδόχους διανέμεται προσεκτικά ελεγχόμενος και φιλτραρισμένος αέρας η άλλο αέριο, το οποίο επιστρέφει για προετοιμασία και ανάκτηση όλων των διαλυτικών μέσων τα οποία μπορεί να περιέχει. Η διανομή του αέρος σε αυτή την περίπτωση είναι μέγιστης σημασίας. Μη σταθερή θερμοκρασία, υγρασία ή ρεύματα αέρος διαταράσσουν το νήμα προκαλώντας αποκλίσεις στη διάμετρο της ίνας ,στη κρυσταλλική της δομή και στο προσανατολισμό της. Ένα ύφασμα δημιουργείται από τέτοιου είδους ίνες αφού βέβαια βαφτούν. Το σύστημα κλιματισμού θα πρέπει να είναι αξιόπιστο, επειδή μία διακοπή της κατεργασίας είναι δυνατόν να προκαλέσει στερεοποίηση μέσα στο όργανο αράχνης πλεξίματος διχτυού.

Στις περιοχές εκκίνησης και τερματισμού της συνεχούς γνεψίματος, ένα πολύ μεγάλο κλιματιστικό φορτίο αναπτύσσεται. Ο αέρας συνήθως διανέμεται διαμέσου αγωγών διακλάδωσης οι οποίοι βρίσκονται κατά μήκος κάθε κλωστοϋφαντουργικής μηχανής. Οι διάχυτες είναι χαμηλής ταχύτητας, μικρής αναρρόφησης τοποθετημένοι με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μην «διαταράσσουν» τις λεπτές ίνες .

Στο στάδιο εκείνο της κατεργασίας όπου γίνεται ελίκωση της ίνας ένα πολύ μεγάλο θερμικό φορτίο αναπτύσσεται. Η διανομή, η διάχυση και τα συστήματα επιστροφής είναι παρόμοια με αυτά που ισχύουν για την περιοχή συνεχούς ύφανσης.

Στο στάδιο ανοίγματος και διαλογής, απαιτείται τις περισσότερες φορές ένα ομοιόμορφο σύστημα διανομής. Η περιοχή υπόκειται στο κλείσιμο των μηχανημάτων αρκετές φορές κατά τη διάρκεια μιας μέρας. Γενικά, ένα σύστημα αέρος με ανεξάρτητες ζώνες συνήθως επιλέγεται και εγκαθίσταται.

Στο στάδιο του ξασίματος ένα ομοιόμορφο σύστημα διανομής τις περισσότερες φορές εγκαθίσταται. Σ' αυτό το στάδιο, θα πρέπει να υπάρχει μικρή κίνηση αέρος γύρω από το ύφασμα κατά τη διάρκεια ξασίματος του βαμβακιού. Κεντρικά συστήματα συλλογής του ξαντού είναι διαθέσιμα, αλλά θα πρέπει να εντάσσονται στο σχεδιασμό του όλου συστήματος. Στο στάδιο του ξασίματος του μαλλιού, είναι απαραίτητη μικρότερη κίνηση αέρος σε σχέση με αυτή που ισχύει για το βαμβάκι, έτσι ώστε όχι μόνο να αποφευχθεί η διατάραξη του υφάσματος ,

αλλά κυρίως να μειωθεί η μόλυνση μεταξύ γειτονικών αδραχιτών. Και τούτο διότι διαφορετικά χρώματα προβαμμένου μαλλιού μπορούν να αναμιχθούν σε διαφορετικά αδράχτια. Ένα σύστημα διαιρούμενου τύπου(split system) συνιστάται για ξάσιμο μαλλιού έτσι ώστε να μειωθεί η κίνηση του αέρα. Η μέθοδος της επιστροφής αέρα είναι επίσης σημαντική για την επίτευξη ομοιόμορφων συνθηκών.

Στο στάδιο του τεντώματος και του πλεξίματος των νημάτων ένα ομοιόμορφο σύστημα διανομής αέρα λειτουργεί καλά.

Στις περιοχές μηχανικής κατεργασίας ένα μεγάλο κλιματιστικό φορτίο παράγεται, προερχόμενο από την ισχύ του εκάστοτε κλωστηρίου και το οποίο διανέμεται κατά μήκος αυτού. Συγκεκριμένα, μεγάλα ποσά θερμικού φορτίου συγκεντρώνονται στην άκρη κάθε κλωστοϋφαντουργικής μηχανής. Αγωγοί παροχής αέρος θα πρέπει να διατρέχουν τα κλωστήρια υπό σωστά προεπιλεγμένες γωνίες. Κατά μήκος των πλευρικών τοιχωμάτων και ανάμεσά σε δύο γειτονικά κλωστήρια θα πρέπει να υπάρχουν έξοδοι αέρα οι οποίοι θα κατευθύνουν τον αέρα παροχής ανάμεσα στα κλωστήρια, όπου οι συνθήκες θα πρέπει να διατηρούνται. Επιπλέον, εκεί που παρουσιάζεται συγκέντρωση μεγάλου ποσού θερμικού φορτίου όπως για παράδειγμα στο μέρος πίσω από το κινητήρα του κλωστηρίου θα πρέπει σίγουρα να τοποθετείται ένας παροχέας αγωγός αέρα ακριβώς πάνω από αυτή την περιοχή. Στόμια εξαγωγής αέρα θα πρέπει να τοποθετούνται στο κάτω μέρος των αγωγών διαχέοντας τον πίσω από το κινητήρα του κλωστηρίου. Το σύστημα συλλογής, το οποίο μπορεί να είναι αυτόνομο ή κομμάτι μιας κεντρικής εγκατάστασης, με τα σημεία εισαγωγής του να βρίσκονται κατά μήκος κάθε κλωστηρίου στο επίπεδο εργασίας, σπρώχνει κατά μια έννοια τον αέρα παροχής στο κάτω μέρος του κλωστηρίου όπου η διατήρηση των συνθηκών είναι πολύ σημαντική. Ένα μικρό ποσοστό του αέρα χρησιμοποιείται από το κεντρικό σύστημα συλλογικής για να μεταφέρει το συγκεντρωμένο ξαντό και νήμα σε ένα κεντρικό σημείο μεταφέροντας έτσι τον αέρα από το χώρο που γίνεται η ύφανση. Σε κάποιες περιπτώσεις, απαιτείται και έλεγχος της πίεσης πατώματος.

Στους χώρους εκείνους όπου γίνεται η περιέλιξη των νημάτων και το τύλιγμα σε μασούρι(κουβαρίστρα) απαιτείται ένα ομοιόμορφο σύστημα διανομής αέρα.

Στο στάδιο του πλεξίματος συναντάμε επίσης ένα μεγάλο ποσό θερμικού φορτίου. Οι θεωρήσεις μας για τη διανομή του αέρος είναι παρόμοιες με αυτές που έγιναν για τη διαδικασία ύφανσης.

Κατά τη διαδικασία της στρέβλωσης το φορτίο που παρατηρείται είναι πολύ μικρό. Μεγάλα μήκη νημάτων μπορούν να εκτεθούν χωρίς την ύπαρξη κλιματισμένου αέρα. Οπότε, ένα σύστημα ομοιόμορφης διανομής εγκαθίσταται. Οι διαχύτες είναι χαμηλής αναρρόφησης . Ο αέρας αντεπιστροφής βρίσκεται συχνά κοντά στο πάτωμα.

Γενικά, για τη διαδικασία της συγχώνευσης ένα σύστημα νέου διανομής είναι απαραίτητο. Συνθετικές ίνες χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε σχέση με τις φυσικές. Οι απαιτήσεις χαμηλής υγρασίας τους συνθετικών ινών επιτρέπουν τη χρήση ενός κεντρικού συστήματος σε σχέση με το προ ολίγου αναφερόμενο σύστημα διαιρεμένου τύπου. Όταν η χαμηλή υγρασία συνδυάζεται με τον πίδακα υγρού που εκπορεύεται από στενό άνοιγμα στον αργαλειό , ένα μεγάλο λανθάνον φορτίο κάνει την εμφάνισή του.

10.4 Θεωρήσεις που γίνονται για λόγους υγείας

Σχετικά με το θάμπωμα που προκαλείται από τα λάδια ισχύουν τα παρακάτω. Οπότε τα υφαντά , καλυμμένα με τα λιπαντικά λάδια, θερμαίνονται πάνω από τους 93°C κατά τη διάρκεια διεργασιών τάνυσης στους ειδικούς φούρνους, απελευθερώνεται ένα είδος θα θαμπώματος λαδιού (oil mist). Εάν αυτό το θάμπωμα λαδιού δεν συγκεντρώνεται στην πηγή της εκπομπής του και στη συνέχεια να αποβάλλεται, δημιουργείται μια εύοσμη θολούρα με αρνητικές επιπτώσεις. Ειδικές συσκευές χρησιμοποιούν γι' αυτό το λόγο , δηλαδή για να διαχωρίσουν αυτό ακριβώς το θάμπωμα λαδιού από τον αέρα που αποβάλλεται. Τέτοιες συσκευές είναι ο κλίβανος αποτέφρωσης, ο ηλεκτροστατικός ιζηματοποιητής, συσκευές απορρόφησης, φίλτρα υψηλής ταχύτητας, συμπυκνωτές και συσκευές καθαρισμού αερίων υψηλής ενέργειας. Στις λειτουργίες ύφανσης που προκαλούν αυτό το θάμπωμα λαδιού θα πρέπει να παρέχεται υψηλό ποσοστό(30-75%) εξωτερικού αέρα. Σε κάποιες περιπτώσεις γίνεται παροχή εξ' ολοκλήρου εξωτερικός αέρας.

Για τον έλεγχο μονομερών καυσαερίων απαιτούνται ξεχωριστά συστήματα εξάτμισης, με υγρού ή ξηρού τύπου συλλέκτες, ανάλογα βέβαια με την ίνα είναι η οποία υφαίνεται.

Σχετικά με τον έλεγχο της σκόνης του βαμβακιού, η βυσσίνωση ή αλλιώς πνευμοκονίαση (ασθένεια των πνευμόνων), πιστεύεται ότι οφείλεται σε μια ισταμίνη η οποία απελευθερώνεται από το βαμβάκι, το λινάρι και τις ίνες κανναβιού. Οι καλύτεροι τρόποι ελέγχου δεν είναι άλλοι από βελτιωμένες διαδικασίες εξάτμισης και φιλτραρίσματος του ανακυκλωμένου αέρα. Τα σωματίδια του ξαντού είναι διαμέτρου από 1 έως 15 μm , κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα ο εξοπλισμός φιλτραρίσματος να είναι αποτελεσματικός σ' αυτό το εύρος μεγέθους.

Σχετικά με τον έλεγχο θορύβου ο οποίος παράγεται από τον εξοπλισμό HVAC μπορεί να είναι αρκετά σπουδαίος, ιδίως εκείνες περιπτώσεις όπου ο εξοπλισμός του κλωστοϋφαντουργείου πληρεί τα κριτήρια ασφάλειας.

Τέλος, το θάμπωμα που προκαλείται από τα λάδια είναι δυνατόν να συσσωρευτεί μέσα στις σωληνώσεις προκαλώντας έτσι ένα πιθανό κίνδυνο πυρκαγιάς. Περιοδικοί καθαρισμοί είναι δυνατόν να μειώσουν αυτόν ακριβώς τον κίνδυνο, αλλά θα πρέπει να υπάρξει μέριμνα έτσι ώστε να περιοριστεί μια πιθανή φωτιά με μονάδες καταστολής όπως, θερμοενεργοποιούμενα τάμπερς και ψεκαστήρες εσωτερικά των αγωγών.

Κεφάλαιο 11

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε φωτογραφεία

11.1 Εισαγωγικά

Η επεξεργασία και αποθήκευση εύρεση των ευαίσθητων φωτογραφικών παραγωγών απαιτεί έλεγχο της θερμοκρασίας της υγρασίας και της ποιότητας αέρα. Οι κατασκευαστές των φωτογραφικών παραγωγών και του εξοπλισμού επεξεργασίας αυτών παρέχουν συγκεκριμένες υποδείξεις οι οποίες θα πρέπει πάντα να ακολουθούνται. Αυτό το κεφάλαιο περιέχει γενικές πληροφορίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σχέση με αυτές με της παραπάνω υποδείξεις.

11.2 Αποθήκευση μη επεξεργασμένου φωτογραφικού υλικού

Σχεδόν όλα καθώς τα φωτοευαίσθητα υλικά χειροτερεύουν με την πάροδο του χρόνου. Ο δείκτης χειροτέρευσης της φωτοευαισθησίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες αποθήκευσης. Η χειροτέρευση της φωτοευαισθησίας επιτείνεται σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας ενώ αντίθετα μειώνεται σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υγρασίας. Η υψηλή υγρασία μπορεί να επιταχύνει την απώλεια της ευαισθησίας και του κοντράστ, αυξάνοντας την συρρίκνωση, να

δημιουργήσει κηλίδες, να προκαλέσει την εξασθένηση του στρώματος επικάλυψης(emulsion) και τέλος να ευνοήσει την ανάπτυξη μούχλας. Αντίθετα, η σχετική υγρασία αυξάνει την ευαισθησία του φιλμ ή του χαρτιού σε στατικά σημάδια, αμυχές και γενικά στην ευθραυστότητα αυτού και στο κασάρωμα του. Επειδή διαφορετικά φωτογραφικά προϊόντα απαιτούν διαφορετικό χειρισμό, οι κατασκευαστές θα πρέπει να είναι γνώστες των κατάλληλων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας που θα πρέπει να επικρατούν κατά τη διάρκεια μιας αποθήκευσης. Τα φωτογραφικά παράγοντα τα οποία δεν συσκευάζονται σε σφραγισμένα αεροστεγώς κιβώτια είναι ευπρόσβλητα σε μολύνοντα υλικά. Αυτά θα πρέπει να μένουν μακριά από συμπυκνώματα φορμαλδεΰδης, βιομηχανικά αέρια, εξατμίσεις μηχανών και συμπυκνώματα διαλυτικών ουσιών και καθαριστικών. Συγκεκριμένα στα νοσοκομεία, εργαστήρια τα οποία περιέχουν φωτοευαίσθητα υλικά, άσχετα από τον τρόπο συσκευασίας των, θα πρέπει να προστατεύονται από τις ακτίνες X, το ράδιο και άλλες πηγές ραδιοακτινοβολίας.

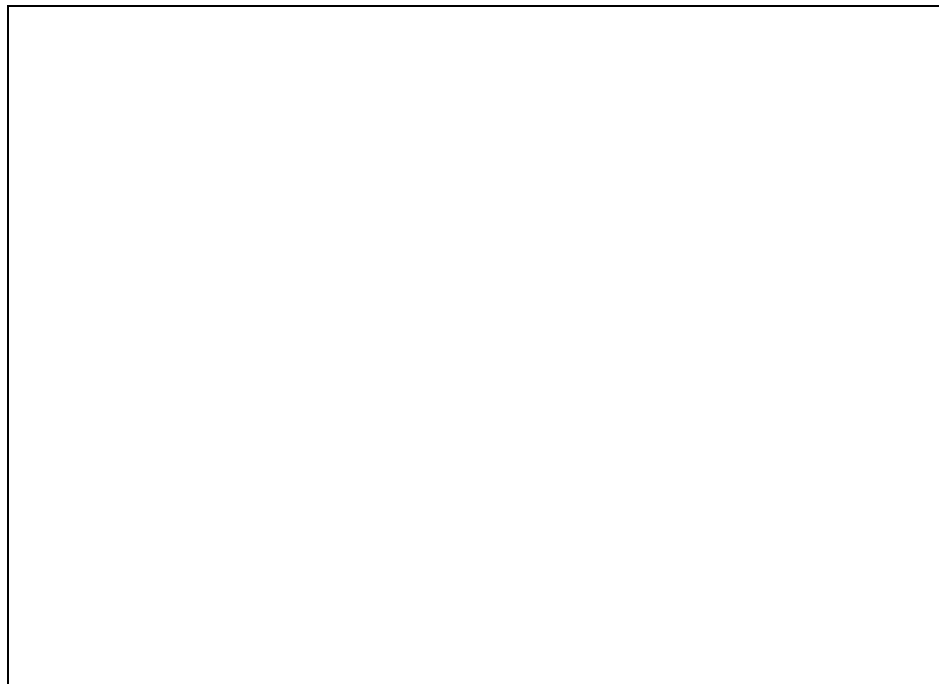
11.3 Επεξεργασία και εκτύπωση φωτογραφικών υλικών

Ο αερισμός με καθαρό, φρέσκο αέρα συντηρεί ένα άνετο εργασιακό περιβάλλον και αποτρέπει προβλήματα υγείας σχετικά με εκπομπές αερίων. Είναι επίσης απαραίτητο για την επεξεργασία υψηλής ποιότητας, ο ασφαλής χειρισμός και η ασφαλής αποθήκευση των φωτογραφικών υλικών. Η επεξεργασία είναι δυνατόν να παράγει οσμές, αναθυμιάσεις, υψηλή υγρασία και ασφαλώς θερμότητα από λάμπες, κινητήρες, ξηραντές, και τέλος από την υψηλή θερμοκρασία, η οποία επικρατεί κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό να γίνεται παροχή καθαρού και ανανεωμένου αέρα στην επιθυμητή θερμοκρασία και σχετική υγρασία σε όλους τους χώρους επεξεργασίας. Τα μοντέρνα συστήματα αερισμού φιλτράρουν, παρέχουν και διανέμουν τον αέρα, διατηρώντας τον συνέχεια σε κίνηση, ελέγχουν τη θερμοκρασία και υγρασία του και καθορίζουν την πίεση του.

11.4 Κλιματισμός για προπαρασκευαστικές λειτουργίες

Κατά τη διάρκεια λειτουργιών υποδοχής, το εκτεθειμένο φιλμ μεταφέρεται από τη συσκευασία που το προστατεύει για συγκόλληση και επεξεργασία. Η συγκόλληση συνδέει πολλά διαφορετικά ρολά φιλμ σε ένα μεγάλο ρολό έτοιμο πλέον να επεξεργαστεί. Σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, οι φωτογραφικές επιστρώσεις γίνονται πολύ λεπτές και είναι δυνατόν να τραυματιστούν μηχανικά(γδάρισμα). Σε συνθήκες εξαιρετικά χαμηλής σχετικής υγρασίας βάση του φιλμ είναι επιρρεπής στο στατικό ηλεκτρισμό, στη δημιουργία σπινθήρα και στην αλλοίωση λόγω κατσαρώματος. Γι' αυτό τον λόγο ,στον χώρο όπου γίνεται η συγκόλληση θα πρέπει να διατηρούνται οι εξής συνθήκες 21-24 °C dry bulb και 50-55% rh.

WASH TANK



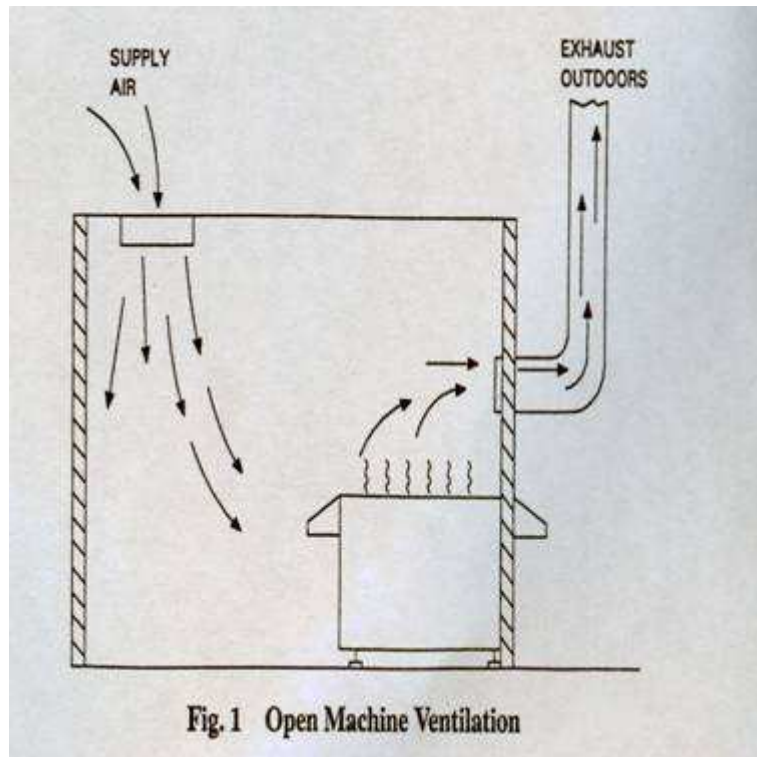
Εικόνα 11.5

11.5 Κλιματισμός κατά τη διάρκεια των κύριων λειτουργιών επεξεργασίας

Η επεξεργασία των εκτιθέμενων φιλμ η χαρτιού περιλαμβάνει τη χρήση μιας σειράς χημικών και δεξαμενών υγρών(wash tank,δες εικόνα 11.5) τα οποία εκπέμπουν θερμότητα, υγρασία και ατμό. Ένα σύστημα εξάτμισης θα πρέπει να παρέχεται σ' αυτούς τους χώρους κατά μήκος των «επιβλαβών» δεξαμενών. Για να μη γίνεται

κατασπατάληση της ενέργειας, αέρας από τα πεπαισμένα δωμάτια όπου γίνεται η συγκόλληση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την συγκρότηση του συστήματος εξαγωγή των ανεπιθύμητων ατμών. Περαιτέρω παροχή αέρα θα πρέπει να διατηρεί το χώρο όπου γίνεται η κατεργασία σε μια μέγιστη θερμοκρασία 27°C dry bulb και σε μια μέγιστη σχετική υγρασία 50% rh. Το επεξεργασμένο φιλμ η χαρτί συνεχίζει από το τελικό πλύσιμο στο στεγνωτήρα, όπου γίνεται έλεγχος της παραμένουσας υγρασίας στο προϊόν. Ελάχιστη ξήρανση(στέγνωμα) θα έχει ως αποτέλεσμα το φιλμ να κολλάει όταν περιεπίσσει ενώ υπερβολική ξήρανση(στέγνωμα) θα προκαλέσει ανεπιθύμητο κατσάρωμα. Η ξήρανση(στέγνωμα) καθορίζεται από τον έλεγχο του χρόνου ξήρανσης, της υγρασίας και της θερμοκρασίας. Ο όγκος του εισερχόμενου αέρα θα πρέπει να είναι ικανός να ανανεώσει τον αέρα εντελώς μέσα σε οκτώ λεπτά

Εικόνα 11.1



σ' ένα χώρο που γίνεται η κατεργασία. Ο αέρας θα πρέπει να διαχέεται ή να διανέμεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητα ρεύματα αέρα. Εκτός από το γεγονός ότι αυτά τα ανεπιθύμητα ρεύματα αέρος είναι δυνατόν να δημιουργήσουν συνθήκες ενόχλησης για το εργαζόμενο προσωπικό, είναι δυνατόν να προκαλέσουν προβλήματα σκόνης και να διαταράξουν την ομοιόμορφη θερμοκρασία της επιφάνειας των στεγνωτήρων(drying drums) και αλλού είδους εξοπλισμό που θερμαίνεται. Για τις αυτόματες συσκευές επεξεργασίας, ο εύκρατος φρέσκος αέρας θα πρέπει να παρέχεται από το ταβάνι με ένα ελάχιστο βαθμό 70L/s ανά μηχανή όπως φαίνεται στην εικόνα 11.1. Ένα η μηχανή εκτείνεται διαμέσου τοίχου και σ' ένα άλλο δωμάτιο, και τα δύο δωμάτια θα πρέπει να αερίζονται. Σύστημα εξαγωγής θα πρέπει να εγκαθίσταται έτσι ώστε να μεταφέρονται κατευθείαν στο εξωτερικό του κτιρίου ο υγρός ή θερμός αέρας και τα χημικά συμπυκνώματα. Ο αέρας του δωματίου θα πρέπει να εξάγεται από μια ανοιχτή μηχανή ή από μια περιοχή δεξαμενών προς το εξωτερικό με ελάχιστο ρυθμό ανά μηχανή 80L/s. Ένας ρυθμός εξαγωγής υψηλότερος από αυτόν της παροχής είναι δυνατό να παράγει μια αρνητική πίεση και να κάνει λιγότερο πιθανή τη διαφυγή των συμπυκνωμάτων ή των αερίων στα γειτονικά δωμάτια. Τα ανοίγματα του συστήματος εισαγωγής θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε η ροή του εξαγόμενων αέρα να βρίσκεται μακριά από το χειριστή όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα 11.2. Ο αέρας δεν πρέπει να ανακυκλώνεται. Τα ανοίγματα του συστήματος εισαγωγής θα πρέπει πάντα να τοποθετούνται όσο πιο κοντά είναι δυνατόν στην πηγή της μόλυνσης για αποτελεσματική απομάκρυνση. Για μια δεξαμενή επεξεργασίας, θα πρέπει να χρησιμοποιείται αεριοσυλλέκτης εξαγωγής, έχων ένα στενό άνοιγμα στο πίσω μέρος και βρισκόμενος στο ίδιο επίπεδο με το υψηλότερο σημείο της δεξαμενής. Εάν αυτές οι δεξαμενές είναι κλειστές και εξοπλισμένες με μια σύνδεση εξαγωγής, ο ελάχιστος ρυθμός παροχής αέρα δωματίου μπορεί να μειωθεί στο 42 L/s και ο δείκτης απομάκρυνσης αέρα στο 47L/s ανά μηχανή όπως ακριβώς φαίνεται στην εικόνα 11.3. Η διανομή αέρος στην περιοχή όπου γίνεται η στέγνωμα μας θα πρέπει να παρέχει ένα ανεκτό περιβάλλον για το προσωπικό λειτουργίας. Οι εκτιθέμενες πλευρές του στεγνωτήρα θα πρέπει να μονώνονται όσο περισσότερο γίνεται έτσι ώστε να μειωθούν οι μεγάλες απώλειες θερμότητας λόγω ακτινοβολίας και συναγωγής στο χώρο. Οι γρίλιες εξαγωγής και επιστροφής πάνω από το στεγνωτήρα μπορούν να απομακρύνουν κατευθείαν το μεγαλύτερο μέρος της απορριπτόμενης θερμότητας και υγρασίας. Ο αέρας παροχής θα πρέπει να κατευθύνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να αντισταθμίζει της απομένουσες απώλειες λόγω ακτινοβολίας. Η χρήση του στεγνωτήρα θερμότητας μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια εάν χρησιμοποιείται και για να

προθερμάνει τον κρύο εισερχόμενο αέρα κατά τη διάρκεια χειμερινής λειτουργίας. Ωστόσο, μια οικονομική εκτίμηση είναι απαραίτητη έτσι ώστε να καθοριστεί εάν η εξοικονόμηση ενέργειας δικαιολογεί το επιπλέον κόστος για τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Ένας αεριοσυλλέκτης εξαγωγής με υφασμάτινο κάλυμμα πάνω τους συνήθεις συνεχείς επεξεργαστές χαρτιού απομακρύνει τη θερμότητα και την υγρασία. Οι στεγνωτήρες θα πρέπει να βρίσκονται στο εξωτερικό του κτιρίου έτσι ώστε να αποφεύγεται η ανεπιθύμητη συγκέντρωση υγρασίας.

11.6 Κλιματισμός για την εκτυπωτική / τελική εργασία

Κατά την εκτύπωση, όπου ένα δεύτερο ευαίσθητο προϊόν εκτίθεται διαμέσου του επεξεργασμένου πρωτοτύπου, το ποσό του περιβάλλοντικού ελέγχου που απαιτείται εξαρτάται από το μέγεθος και τον τύπο της εργασίας. Για εκτύπωση μικρής κλίμακας, ο κλειστός έλεγχος περιβάλλοντος δεν είναι απαραίτητος εκτός αν θέλουμε να ελαχιστοποιήσουμε τη σκόνη. Στα φωτογραφεία, οι εκτυπωτές που παράγουν έγχρωμα προϊόντα εκπέμπουν σημαντικό ποσό θερμότητας. Η επίδραση του ποσού θερμότητας στο δωμάτιο μπορεί να μειωθεί με την απομάκρυνση του φορτίου φωτισμού απευθείας. Οι ηλεκτρονικοί εκτυπωτές που ελέγχονται από κομπιούτερ μεταφέρουν το πρωτότυπο φιλμ και το ακατέργαστο φιλμ ή χαρτί σε μεγάλη ταχύτητα. Για καλύτερα αποτελέσματα, ο χώρος όπου γίνεται η εκτύπωση θα πρέπει να διατηρείται σε συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας 21-24°C dry bulb και 50-60% rh αντίστοιχα έτσι ώστε να αποφεύγεται το κατ' σάρωμα, η αλλοίωση μορφής και η ηλεκτροστατικότητα.

11.7 Ξένα σωματίδια μέσα στον αέρα

Τα συστήματα κλιματισμού για τις περισσότερες φωτογραφικές λειτουργίες απαιτούν 85% ικανά προς απόρριψη φίλτρα με χαμηλής αποδοτικότητας προφιλτράρισμα έτσι ώστε να επεκτείνεται όσο γίνεται η διάρκεια ζωής του φίλτρου. Σε ιδιάζουσες εφαρμογές όπως είναι εναέρια φιλμ μεγάλου υψόμετρου, το φιλτράρισμα του ξένου υλικού είναι εξαιρετικά σημαντικό.

11.8 Άλλες απαιτήσεις σχετικά με την εξαγωγή

Ένα καλά αεριζόμενο δωμάτιο απαιτείται για την ανάληψη των χημικών χρειάζεται στην επεξεργασία χρώματος και στο μεγάλο όγκο της ασπρόμαυρης επεξεργασίας. Το δωμάτιο θα πρέπει να περιέχει ένα ή περισσότερους μετακινούμενους αεριοσυλλέκτες εξαγωγής οι οποίοι διαθέτουν ταχύτητας σύλληψης 0.5m/s. Η εικόνα 11.4 δείχνει μια ανάλογη δεξαμενή ανάμιξης.

11.9 Έλεγχος της θερμοκρασίας κατά την επεξεργασία

η πυκνότητα της εμφανιζομένης εικόνας σε φωτογραφικό υλικό εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της επίστρωσης, την έκθεση την οποία έχει υποστεί και το βαθμό εμφάνισης της. Με μια συγκεκριμένη επίστρωση, ο βαθμός της εμφάνισης εξαρτάται από το χρόνο αυτής, η θερμοκρασία, τον βαθμό ανάδευσης και τη δραστηριότητα του παρουσιαστή. Γι' αυτό το λόγο, ο έλεγχος της θερμοκρασίας εμφάνισης είναι πολύ σημαντικός. Όταν καθορίζεται η θερμοκρασία εμφάνισης, τούτη θα πρέπει να διατηρείται με ανοχή 0.5K για ασπρόμαυρα προϊόντα και με ανοχή 0.3K και πάνω για έγχρωμα.

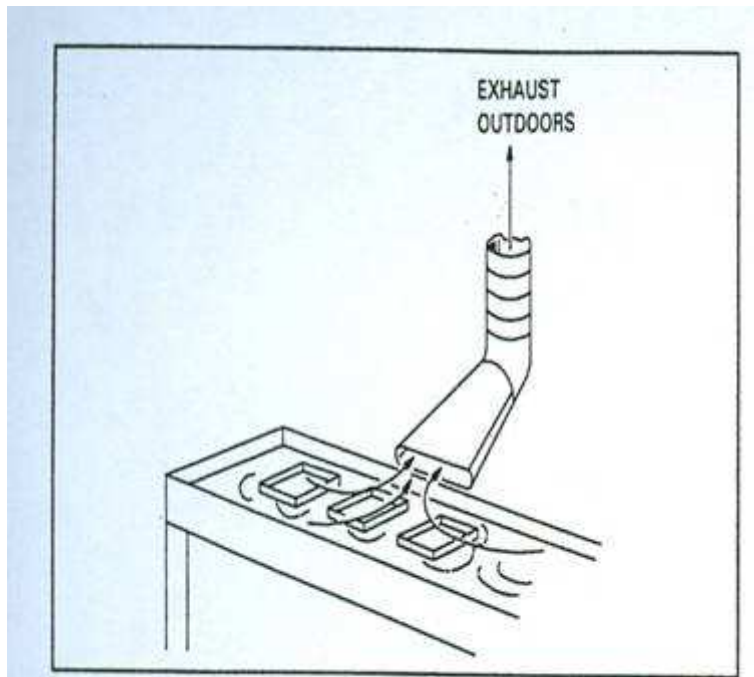


Fig. 2 Open Tray Exhaust Ventilation from a Processing Sink

Εικόνα 11.2

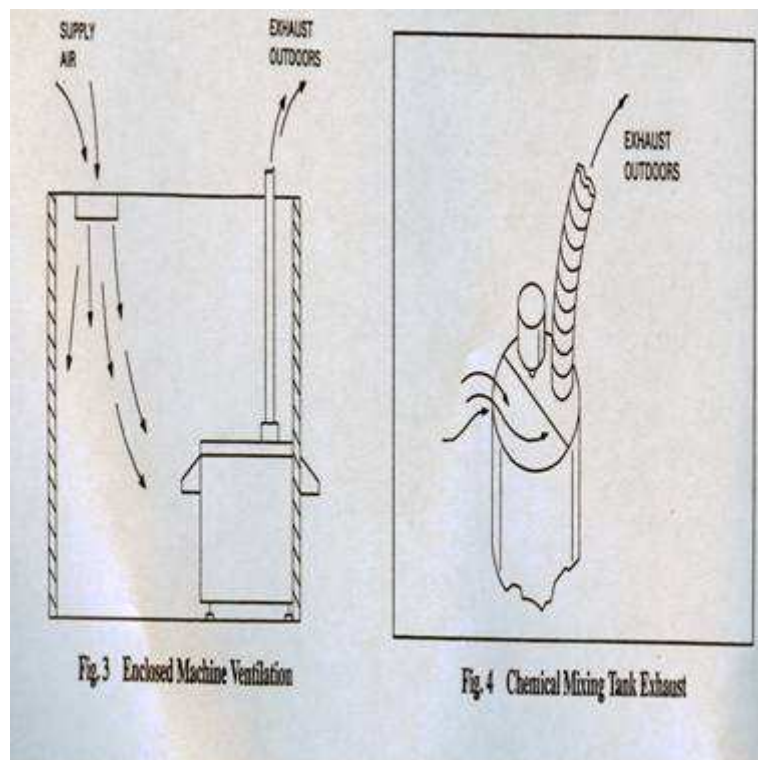


Fig.3 Enclosed Machine Ventilation

Fig.4 Chemical Mixing Tank Exhaust

Εικόνες 11.3 , 11.4

Κεφάλαιο 12

Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε ορυχεία

12.1 Εισαγωγικά

Σε υπόγεια ορυχεία, η υπερβολική υγρασία, οι υψηλές θερμοκρασίες και η ανεπαρκής παροχή οξυγόνου έχουν κατά καιρούς γίνει σημείο αναφοράς καθώς αυτά μειώνουν την αποδοτικότητα του εργάτη και την παραγωγικότητα αυτού προκαλώντας επιπλέον αρρώστιες και μερικές φορές τον θάνατο. Η ψύξη του αέρα και αερισμός είναι απαραίτητα σε ορυχεία μεγάλου βάθους έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η καταπόνηση που οφείλεται στη ζέστη. Όσο τα ορυχεία πηγαίνουν σε ακόμα μεγαλύτερα βάθη, τα προβλήματα που σχετίζονται με την απομάκρυνση του θερμικού φορτίου και τον αερισμό είναι πιο δύσκολο να επιλυθούν.