

## Περιεχόμενα

Σελ.3 ...Πρόλογος

Σελ.4 ...1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

Σελ.4...1.1 Κέντρικος κλιματισμός

Σελ.5...1.2 Μετάδοση θερμότητας

Σελ.5...1.3 Στοιχεία ψυχομετρίας

Σελ.9...2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

Σελ.9 ...2.1 Κατάταξη των συστημάτων κλιματισμού

Σελ.9 ...2.2 Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα

Σελ.10...2.3 Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό

Σελ.10...2.4 Συστήματα κλιματισμού αέρα – νερού

Σελ.11...2.5 Συστήματα κλιματισμού ψυκτικού ρευστού αέρα

Σελ.12...3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

Σελ.12...3.1 Μονάδες επεξεργασίας αέρα

Σελ.15...3.2 Ανεμιστήρες

Σελ.16...3.3 Μονάδες ψύξης

Σελ.18...3.4 Μονάδες Θέρμανσης

Σελ.18...3.5 Μονάδα Προθέρμανσης

Σελ.19...3.6 Μονάδα αναθέρμανσης

Σελ.20...3.7 Φίλτρα αέρα

Σελ.20...3.8 Υγραντές

Σελ.21...3.9 Θάλαμος μίξης

Σελ.22...3.α Συστήματα κλιματισμού με παγωμένο νερό

Σελ.23...3.α.1 Συστήματα κλιματισμού με παγωμένο νερό (Chiller)

Σελ.23...3.α.2 Συστήματα κλιματισμού με κύκλο συμπίεσης

Σελ.24...3.10 Παλινδρομικοί συμπιεστές συστημάτων παγωμένου νερού

Σελ.25...3.11 Σπειροειδής συμπιεστές συστημάτων παγωμένου νερού

Σελ.25...3.12 Ελικοειδείς περιστροφικοί συμπιεστές για συστήματα παγωμένου νερού

Σελ.26...3.13 Φυγοκεντρικός συμπιεστής για συστήματα παγωμένου νερού (υψηλής πίεσης)

Σελ.28...3.14 Εξατμιστές για συστήματα παγωμένου νερού υψηλής πίεσης

Σελ.28...3.15 Εξατμιστές άμεσης εκτόνωσης

Σελ.29...3.16 Εξατμιστές εμβαπτιζόμενου τύπου

Σελ.30...3.17 Συμπυκνωτές για συστήματα παγωμένου νερού υψηλής πίεσης

Σελ.31...3.18 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές

Σελ.31...3.19 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

Σελ.31...3.β Απορροφητικά κλιματιστικά συστήματα παγωμένου νερού

Σελ.34...4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

Σελ.34...4.1 Εγκαταστάσεις κλιματισμού

Σελ.34...4.2 Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε Μουσεία

Σελ.36...4.3 Εγκαταστάσεις για κέντρα υπολογιστών

Σελ.36...4.4 Εγκαταστάσεις στα Θέατρα

Σελ.37...4.5 Εγκαταστάσεις στα Πλοία

Σελ.39...5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

Σελ.39...5.1 Αποθήκη θερμικής ενέργειας

Σελ.39...5.2 Σχέση ψυκτικού φορτίου και ηλεκτρικής ενέργειας

Σελ.40...5.3 Συστήματα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας – Πλεονεκτήματα

Σελ.41...5.4 Κριτήρια σχεδίασης

Σελ.41...5.5 Τεχνικές αποθήκευσης

Σελ.42...5.6 Εύτηκτη ενέργειας αποθήκευσης – Υλικά Αλλαγής Φάσης(ΥΑΦ – PCM)

Σελ.43...5.7 Φυσικές, τεχνικές και οικονομικές απαιτήσεις

Σελ.45...5.8 Εφαρμογές

Παράρτημα

Σελ.46... Φωτογραφίες Πλοίων Ε/Γ Μυτιλήνη - Superfast XII

Σελ.55... Τοποθέτηση μονωτικού

Τεχνική Προδιαγραφή κλιματισμού Superfast XII

Μελέτη Εμπορικού Πλοίου Φ/Γ Ποντοβρέμων

Ναυπηγικά σχέδια για τον χώρο ενδιαίτησης Φ/Γ Ποντοβρέμων

## Πρόλογος

Η προσπάθεια να προστατευθεί κάθε ζωντανός οργανισμός από ακραίες (και επομένως επικίνδυνες ή έστω ενοχλητικές) θερμοκρασιακές μεταβολές, είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με την φυσική – βιολογική προσπάθεια για επιβίωση. Γι' αυτό και ο άνθρωπος από τα πανάρχαια χρόνια προσπαθούσε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη ή έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος, στους χώρους και τις περιοχές παραμονής, διαμονής και απασχολησεώς του. Η επιλογή περιοχών και χώρων εγκαταστάσεως των ανθρώπων, αλλά και η όλη οικονομική, κοινωνική, πολιτική και πολιτιστική διαμόρφωση της ζωής τους, είναι στενά συνδεδεμένη με το κλίμα και τις συνθήκες που επικράτησαν (και επικρατούν στο άμεσο φιλικό περιβάλλον τους. Ο ίδιος ο ανθρώπινος χαρακτήρας, και η βασικές διαφορές ανάμεσα σε φυλές και κοινωνικές ομάδες, τις περισσότερες φορές σχετίζονται σημαντικά με το φυσικό περιβάλλον π.χ. ο πρωτόγονος άνθρωπος που ζούσε στην σπηλιά και προστατευόταν από το πολύ κρύο και την πολύ ζέστη και αργότερα η δημιουργία των πρώτων συνοικισμών.

Η εξέλιξη όμως του ανθρώπου προκάλεσε και την εξειδίκευση του κλιματισμού σύμφωνα με της ανάγκες της καθημερινότητας για άνεση στην κατοικία του, στον χώρο εργασίας, στην διασκεδάσή του αλλά και στην μετακίνησή του.

Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να μελετήσει τον κλιματισμό σε διάφορες εγκαταστάσεις, την πολυπλοκοτητά τους σε σχέση με τα μηχανήματα που το αποτελούν αλλά και την περιγραφή των μηχανημάτων, να διατυπώσει τις διαφορές ή ομοιότητες μεταξύ των εγκαταστάσεων με την δημιουργία ενός συγκεντρωτικού πίνακα.

Στην συνέχεια η εργασία προχωρά στην εξειδίκευση του κλιματισμού σε εγκαταστάσεις πλοίων κάνοντας σύγκριση με της εγκαταστάσεις των κτιρίων αναφέροντας και περιγράφοντας τα μηχανήματα που το αποτελούν.

Τελειώνοντας τον πρόλογο, στην προσπάθεια εξέλιξης του κλιματισμού η εργασία προτείνει βλέπει της διαφορές μια μελέτης κλιματισμού με μια μελέτη υπάρχοντος εμπορικού πλοίου και προτείνει τρόπους βελτιστοποιήσεις.

## 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

### 1.1 Κεντρικός Κλιματισμός

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

- A) Τοπικά συστήματα κλιματισμού
- B) Κεντρικά συστήματα κλιματισμού

Αν και σε μικρές εγκαταστάσεις μπορεί να μην είναι σαφής ο ανωτέρω διαχωρισμός, ιδίως στην περίπτωση κλιματιστικών εγκαταστάσεων που λειτουργούν με το σύστημα της αντλίας θερμότητας, συνηθίζεται η ενιαία κλιματιστική διάταξη που εξυπηρετεί περισσότερους από 3 μικρούς χώρους να θεωρείται κεντρική. Σε γενικές γραμμές στα κεντρικά συστήματα κλιματισμού, το κεντρικό μηχανοστάσιο (λεβητοστάσιο, ψυχοστάσιο, εναλλάκτης θερμότητας) βρίσκεται σχετικά μακριά από τους κλιματιζόμενους χώρους. Οι τερματικές μονάδες που βρίσκονται σε κάθε χώρο, συνδέονται με το κεντρικό μηχανοστάσιο με την βοήθεια κατάλληλων αγωγών (αεραγωγών ή σωληνώσεων ζεστού-κρύου νερού ή ψυκτικού ρευστού). Μια κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού περιλαμβάνει:

- Την κεντρική μονάδα θερμικής επεξεργασίας, η οποία μπορεί να επεξεργάζεται αέρα (συστήματα αέρα-αέρα), νερό(συστήματα νερού-αέρα) ή ψυκτικό ρευστό (συστήματα ψυκτικού-αέρα).
- Το δίκτυο αγωγών προσαγωγής (ή/και απαγωγής) θερμότητας (σωληνώσεις ή/και αεραγωγούς)
- Τα στοιχεία τοπικής επεξεργασίας ή προσαγωγής και διαχύσεως της θερμότητας (ή παραλαβής της θερμότητας ) στον (ή από τον) αέρα του χώρου, καθώς και τα στοιχεία παραλαβής και απομακρύνσεως του μολυσμένου αέρα (εφόσον η εγκατάσταση περιλαμβάνει παρόμοια διαδικασία).
- Τους αυτοματισμούς και τα ανάλογα συστήματα ελέγχου, που είναι απαραίτητα για την προσαρμογή της μονάδος στις ανάγκες των χώρων. (κεφ.8 σελλουντος)

Ο κεντρικός κλιματισμός αποτελεί αναμφισβήτητα ένα κορυφαίο τεχνολογικά επίτευγμα, του οποίου η κοινωνική και οικονομική συνεισφορά είναι τεράστια. Η κλιματική βελτίωση του περιβάλλοντος σε ακραίες περιπτώσεις κυριολεκτικά σώζει ζωές, αλλά και στην πληθώρα των περιπτώσεων προστατεύει την υγεία και βελτιώνει σημαντικά την παραγωγή και την παραγωγικότητα. Ο πλήρως κλιματισμένος αέρας προσφέρει ολοκληρωμένη αίσθηση άνεσης και ευεξίας, εξασφαλίζοντας άριστες προϋποθέσεις για την προσέγγιση του αγαθού της "ποιότητας ζωής", την προστασία της υγείας αλλά και τον υψηλών αποδόσεων στους χώρους εργασίας. Ο κεντρικός κλιματισμός αποτελεί

άριστη λύση για πλήθος περιπτώσεων, στις οποίες κυριαρχούν το μέγεθος και οι αυστηρές ποιοτικές προδιαγραφές (κεφ.8 σελλουντος) .

## 1.2 Μετάδοση θερμότητας

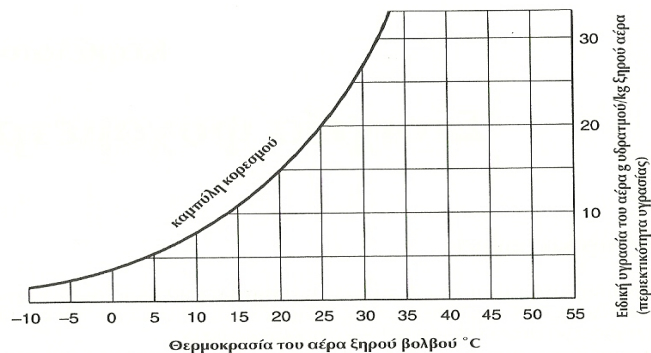
Η μετάδοση της θερμότητας είναι μια σύνθετη διαδικασία, που είναι δυνατόν να μελετηθεί καλύτερα με την παραδοχή ότι μπορεί να διαχωριστεί σε αγωγιμότητα, θερμική μετάβαση (επαφή- μεταφορά) και ακτινοβολία.

Η αγωγιμότητα (μετάδοση θερμότητας με αγωγή), συνίσταται στη διάδοση της θερμότητας με την άμεση επαφή μεταξύ των τμημάτων ενός στερεού, ή στερεών, που βρισκόταν σε άμεση με ελαστικά κύματα, διάχυση των ατόμων ή μορίων και διάχυση των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

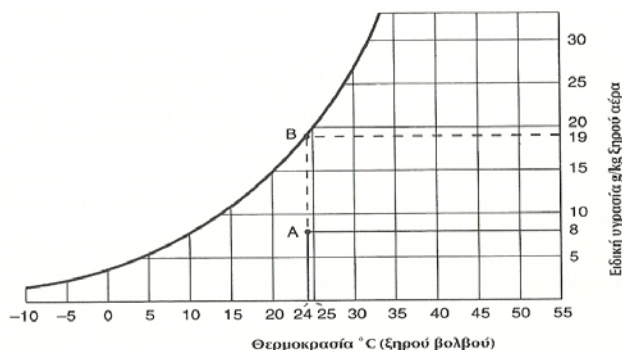
Η θερμική μετάβαση (επαφή-μεταφορά) παρατηρείται μόνο σε ρευστά (υγρά και αέρια). Επιτυγχάνεται με την αλληλεπίδραση κινουμένων στοιχείων και γι' αυτό παίζει πρωταρχικό ρόλο η κατάσταση και φύση της ροής. Η θερμική μετάβαση συνοδεύεται πάντοτε από μεταφορά θερμότητας με αγωγιμότητα. Στη θερμική ακτινοβολία η θερμότητα διαδίδεται με την μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Σε πρώτη φάση, η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνητική, ακτινοβολείται, συναντά στερεό σώμα, απορροφάται (ένα μέρος της), και σε δεύτερη φάση, από ηλεκτρομαγνητική ξαναγίνεται θερμική.

## 1.3 Στοιχεία Ψυχομετρίας

Ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται από ένα μείγμα διαφορετικών αερίων, στο οποίο επικρατούν το άζωτο 77% και το οξυγόνο 23% περίπου. Ένα άλλο συστατικό που περιέχει ο αέρας της ατμόσφαιρας είναι ο υδρατμός. Αυτός δεν υπάρχει σε σημαντικές ποσότητες αλλά αποτελεί ένα σημαντικό συντελεστή για την ψυχομετρία . Η ψυχομετρία έχει σαν σκοπό τον προσδιορισμό των σχέσεων ανάμεσα στα αέρια μίγματα και τον υδρατμό. Η συμπεριφορά της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα μπορούν να προβλεφθούν σε συνθήκες σταθερής, για παράδειγμα, σε ατμοσφαιρική πίεση. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να κατασκευαστεί ένα διάγραμμα και να χρησιμοποιηθεί σαν σημείο αναφοράς. Το διάγραμμα αυτό μπορεί να κατασκευαστεί, βάζοντας στον οριζόντιο άξονα (τετμημένες) τις θερμοκρασίες ξηρού βολβού του αέρα (δηλαδή αυτές που μετριούνται από ένα κοινό θερμομέτρο υδραργύρου). Στον κατακόρυφο άξονα (τεταγμένες) τοποθετείται το ποσοστό υγρασίας (υδρατμού) του αέρα, που λέγεται, επίσης "ειδική υγρασία", σε γραμμάρια υδρατμού για κάθε Kg ξηρού αέρα.

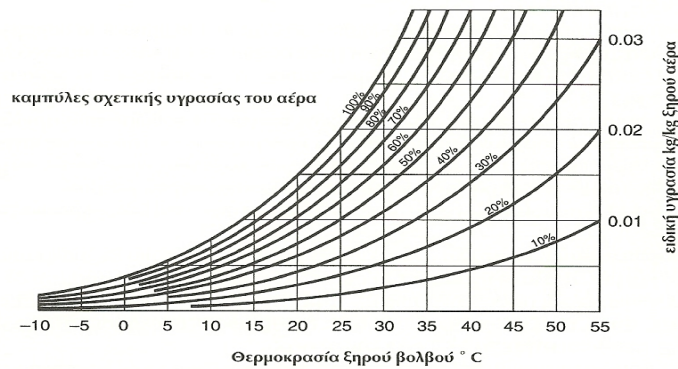


Αυτό που οριοθετεί το διάγραμμα στα αριστερά είναι η καμπύλη κορεσμού. Η καμπύλη κορεσμού αντιπροσωπεύει τη μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού στον αέρα στις διάφορες θερμοκρασίες ξηρού βολβού. Η καμπύλη κορεσμού αποτελείται από το άπειρο σύνολο των σημείων, που αντιστοιχούν στις θερμοκρασίες κορεσμού. Η θερμοκρασία κορεσμού ταυτίζεται με το "σημείο δρόσου" (dew point) στην καμπύλη κορεσμού. Το σημείο δρόσου αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία στην οποία ένα μείγμα αέρα και υδρατμού γίνεται κορεσμένο και η υγρασία αρχίζει να συμπυκνώνεται. Μπορούμε να ορίσουμε τώρα μια σημαντική έννοια, εκείνη της "σχετικής υγρασίας" του αέρα. Η σχετική υγρασία είναι η σχέση ανάμεσα στην πραγματική περιεκτικότητα υδρατμού του αέρα, σε μια καθορισμένη θερμοκρασία, και τη μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού, που ο αέρας μπορεί να περιέχει στην ίδια θερμοκρασία.



Στο σχέδιο βλέπουμε ότι στην θερμοκρασία των 24°C ξηρού βολβού στο σημείο A, η ειδική υγρασία είναι 8g/kg ξηρού αέρα, ενώ η μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού του αέρα, στην ίδια θερμοκρασία, είναι 19g/kg ξηρού αέρα. Μπορούμε να προσδιορίσουμε την τιμή της σχετικής υγρασίας του αέρα στις συνθήκες του σημείου A ως εξής:  
 $(8:19) \times 100 = 42\%$  περίπου.

Η καμπύλη κορεσμού είναι λοιπόν, και η καμπύλη που αντιστοιχεί στο 100% της σχετικής υγρασίας για όλες τις θερμοκρασίες ξηρού βολβού του αέρα. Είναι δυνατόν να χαράξουμε στο διάγραμμα μια σειρά από καμπύλες για διαφορετικές τιμές σχετικής

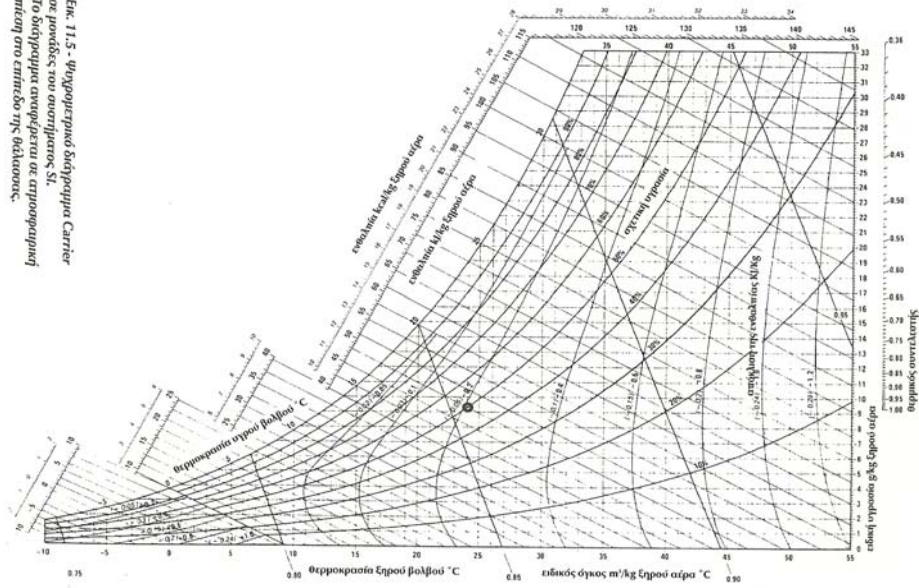


- Καμπύλες της σχετικής υγρασίας στο ψυχομετρικό διάγραμμα.

Η θερμοκρασία υγρού βολβού αποτελεί μια άλλη σημαντική παράμετρο, για να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα υγρασίας του αέρα. Για να γίνει κατανοητή η έννοια, είναι αναγκαίο ένα παράδειγμα από την καθημερινή εμπειρία. Θεωρούμε ότι βρισκόμαστε σε ένα φυσιολογικό περιβάλλον, όπου η θερμοκρασία ξηρού βολβού είναι 24°C. Βρέχουμε το ένα χέρι και το τινάζουμε δυνατά. Η θερμοκρασία που αισθανόμαστε στο χέρι θα είναι πιο χαμηλή από εκείνη που γίνεται αισθητή από το υπόλοιπο σώμα. Το νερό, εξατμίζεται, αφαιρώντας θερμότητα από το χέρι, μειώνοντας τη θερμοκρασία του και δίνοντας την αίσθηση του ψυχρού. Η εξάτμιση θα συνεχιστεί, έως ότου το στρώμα αέρα, που βρίσκεται αμέσως γύρω από το χέρι, θα είναι τελείως κορεσμένο, (δηλαδή θα περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα υδρατμού και από το χέρι μας δεν θα μπορεί να εξατμιστεί άλλο νερό). Σε αυτές τις συνθήκες η θερμοκρασία που θα αισθανόμαστε στο χέρι είναι η θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα. Γίνεται εύκολα κατανοητό, πως η θερμοκρασία υγρού βολβού μπορεί να οδηγήσει στην εκτίμηση της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Ακόμα από την καθημερινή εμπειρία, μπορεί να διαπιστωθεί πως, όσο πιο ξηρός είναι ο αέρας ( δηλαδή με μια σχετική υγρασία πολύ χαμηλή) τόσο πιο έντονο θα είναι το αποτέλεσμα της ψύξης που θα αισθανθούμε στο χέρι, δηλαδή, τόσο πιο μειωμένη θα είναι η θερμοκρασία υγρού βολβού. Η θερμοκρασία του αέρα του ξηρού βολβού μετριέται με ένα θερμόμετρο υδραργύρου, του οποίου ο βολβός περιβάλλεται από μια υγρή μάζα και βρίσκεται κάτω από ένα ελαφρό ρεύμα αέρος. Η διαδικασία εκτίμησης της θερμοκρασίας υγρού βολβού του αέρα απεικονίζεται στην εικόνα

Εκ. 11.5 - Ψυχομετρικό διάγραμμα Carrier σε μονάδες του συστήματος SI. Το διάγραμμα αναφέρεται σε ατμοσφαιρική πίεση στο επίπεδο της θάλασσας.



Η διαδικασία αυτή εκτελείται κατά μήκος μιας διαγώνιας ευθείας που αρχίζει από την καμπύλη κορεσμού. Υπάρχουν άπειρες ευθείες, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μια καθορισμένη θερμοκρασία υγρού βολβού. Κατά μήκος κάθε μια από αυτές, τα μίγματα αέρα ατμού, διατηρούν σταθερή την τιμή της θερμοκρασίας υγρού βολβού. Η θερμοκρασία (η “dew point”, σημείο δρόσου) αντιπροσωπεύει, για κάθε μίγμα αέρα-υδρατμού, τη θερμοκρασία στην οποία το μίγμα αρχίζει να συμπυκνώνεται. Στο διάγραμμα υπάρχουν μια σειρά από καμπύλες, ο οριζόντιος άξονας, είναι ο άξονας της θερμοκρασίας ξηρού βολβού, ενώ ο κατακόρυφος άξονας είναι ο άξονας της ειδικής υγρασίας του αέρα (ή περιεκτικότητα του υδρατμού). Υπάρχουν επίσης, η καμπύλη των θερμοκρασιών κορεσμού και σημείο δρόσου, οι ευθείες των θερμοκρασιών υγρού βολβού και οι καμπύλες της σχετικής υγρασίας του αέρα. Η σημασία αυτού του διαγράμματος, που αποτελεί το ψυχομετρικό διάγραμμα, συνίσταται στο γεγονός ότι, γνωρίζοντας δύο μόνο τιμές των παραπάνω μεταβλητών, είναι δυνατό να εντοπιστεί στο διάγραμμα η φυσική κατάσταση του αέρα και από αυτό το σημείο να γίνουν γνωστές όλες οι άλλες ιδιότητες. Το διάγραμμα που κατασκευάζεται με τον τρόπο αυτό αποτελεί το ψυχομετρικό διάγραμμα Carrier.



### 2.1 Κατάταξη των συστημάτων κλιματισμού

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

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

Στην απλούστερη των περιπτώσεων μπορεί ο κλιματισμός να ρυθμίζει μόνο την θερμοκρασία. Είναι όμως αυτονόητο ότι όσο περισσότερες καλύπτονται, τόσο οι συνθήκες ανέσεως προσεγγίζονται και αναβαθμίζεται ποιοτικά ο προσφερόμενος κλιματισμός. Με αφετηρία τη λειτουργική διαδικασία (τρόπος και μέσα), διακρίνουμε:

- Συστήματα κλιματισμού “μόνο με αέρα”
- Συστήματα κλιματισμού “μόνο με νερό”
- Συστήματα κλιματισμού “νερό και αέρα”
- Συστήματα κλιματισμού “ψυκτικού ρευστού και αέρα”

### 2.2 Συστήματα κλιματισμού “μόνο με αέρα”

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων είναι ότι επεξεργάζονται σε κεντρικές μονάδες (στο μηχανοστάσιο) νωπό αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας και οδηγούν στον κλιματιζόμενο χώρο, κατάλληλη ποσότητα, μέσω δικτύου αεραγωγών. Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες κεντρικών συστημάτων κλιματισμού μόνο με αέρα:

- A. Συστήματα μονής διαδρομής ή μονοβάθμια
- B. Συστήματα διπλής διανομής ή διβάθμια

Στα μονοβάθμια συστήματα όλες οι επεξεργασίες του αέρα γίνονται στο μηχανοστάσιο. Οι εναλλάκτες (στοιχεία) ψύξεως και θερμάνσεως του προσαγόμενου αέρα τοποθετούνται “εν σειρά” ως τη ροή και χρησιμοποιείται ένα και μόνο δίκτυο αεραγωγών, για την προσαγωγή του αέρα στα στόμια ή γενικά τις τερματικές συσκευές διαχύσεως (διανομής) του κλιματισμένου αέρα στον χώρο. Η θερμοκρασία του προσαγόμενου κλιματισμένου αέρα είναι η ίδια σε όλες τις θέσεις προσαγωγής. (8.14) Τα διβάθμια συστήματα έχουν τα συστήματα που περιέχουν τους εναλλάκτες ψύξεως και θερμάνσεως του προσαγόμενου αέρα σε παράλληλη διάταξη ως προς τη ροή και χρησιμοποιούν για τη διανομή του αέρα:

A. Ένα διπλό δίκτυο αεραγωγών (ένα για τον ψυχρό και ένα για τον θερμό αέρα) μέχρι τις τερματικές συσκευές διανομής του αέρα στους χώρους.

B. Ένα ξεχωριστό δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής για κάθε ζώνη (ομάδα χώρων ομοειδών απαιτήσεων), αφού έχει γίνει προηγουμένως ανάμιξη ψυχρού και θερμού αέρα, σε κατάλληλες αναλογίες.

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

- Συστήματα μονού αγωγού, σταθερής παροχής
- Συστήματα μονού αγωγού, με αναθέρμανση
- Συστήματα μονού αγωγού, μεταβαλλόμενης παροχής

Τα διβάθμια συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα διακρίνονται σε:

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

(κεφ.8 σελλουντος)

### **2.3 Συστήματα κλιματισμού “μόνο με νερό”**

Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό επιτυγχάνουν την ψύξη (ή και θέρμανση) του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου, διανέμοντας στις τερματικές μονάδες ψυχρό (ή και θερμό) νερό που παρασκευάζεται σε κεντρική εγκατάσταση. Η ψύξη, η θέρμανση, η αφύγρανση, το φιλτράρισμα και η ανανέωση του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου γίνονται μόνο από τις τερματικές μονάδες, που περιλαμβάνουν θερμοανταλλάκτη/ψυκτικό στοιχείο φυσικής ή εξαναγκασμένης ροής του αέρα. Οι τερματικές αυτές μονάδες μπορεί να περιλαμβάνουν ή όχι φίλτρα αέρα και θάλαμο μίξεως για ανανέωση του αέρα και θάλαμο μίξεως για ανανέωση του αέρα του χώρου μέχρι και ποσοστού 100%. Οι τερματικές μονάδες φυσικής ροής του αέρα δεν έχουν μεγάλη εφαρμογή στην ψύξη. Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό είναι τα συστήματα που έχουν ως τερματικές μονάδες, τοπικές συσκευές (μονάδες) ανεμιστήρα-στοιχείου (TMAΣ) γνωστές σαν Fan-Coils. Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού, γιατί η παρασκευή και η διανομή ψυχρού-θερμού νερού γίνεται από μια κεντρική εγκατάσταση. (κεφ.8 σελλουντος)

### **2.4 Συστήματα κλιματισμού “Αέρας – Νερού”**

Τα συστήματα αέρα-νερού συνδυάζουν τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα τόσο των συστημάτων μόνο με αέρα όσο και μόνο με νερό. Για την διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο παρέχεται από κεντρικές εγκαταστάσεις, ταυτόχρονα νερό (ζεστό-ψυχρό) και επεξεργασμένος αέρας. Ο προσαγόμενος στους χώρους επεξεργαζόμενος αέρας, αντιμετωπίζει τις ανάγκες αερισμού του χώρου και αναλαμβάνει μέρος του θερμικού φορτίου. Η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών γίνεται από κατάλληλη τερματική μονάδα, που τροφοδοτείται με νερό. Πρόκειται για κεντρικά συστήματα κλιματισμού, που μπορούν να αντιμετωπίσουν έναν απεριόριστο αριθμό ζωνών και ποικίλες ανάγκες ταυτοχρόνως, τόσο σε ψύξη όσο και σε θέρμανση.

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

Ο προσαγόμενος στον χώρο, κεντρικά επεξεργασμένος αέρας, αναφέρεται με τον όρο “πρωτεύων” αέρας, σε διάκριση από τον ανακυκλοφορούντα, μέσω της τερματικής μονάδος, αέρα του ίδιου χώρου (δευτερεύων αέρας).

Το νερό που κυκλοφορεί από την κεντρική εγκατάσταση προς τις τερματικές μονάδες με τον όρο “δευτερεύων” κύκλωμα νερού, σε διάκριση από το “πρωτεύων” κύκλωμα του νερού ψύξεως του εναλλάκτη νερού-νερού του ψυκτικού συγκροτήματος, που συνήθως χρησιμοποιείται σ’ αυτά τα συστήματα. Διακρίνονται δύο βασικά συστήματα κλιματισμού αέρα-νερού που έχουν διαδεδομένη εφαρμογή:

1. Το σύστημα με Τ.Μ.Α.Σ. (fan coils) με κεντρική παροχή πρωτεύοντα αέρα.
2. Το σύστημα με τερματικές μονάδες επαγωγής (Τ.Μ.Ε)

## **2.5 Συστήματα κλιματισμού “Ψυκτικού ρευστού - Αέρα ”**

Στον χώρο του ημικεντρικού κλιματισμού, έχουν εμφανιστεί νέα συστήματα, στα οποία το ψυκτικό ρευστό οδηγείται μέχρι τις τερματικές μονάδες των χώρων, αντί του θερμού ή κρύου νερού. Δηλαδή στις τερματικές συσκευές λειτουργούν εναλλάκτες ψυκτικού ρευστού-αέρα. (κεφ.8 σελλουντος)

#### 3.1 Οι μονάδες επεξεργασίας του αέρα

Τα κεντρικά κλιματιστικά επεξεργάζονται τον αέρα όπως απαιτείται από την εγκατάσταση κλιματισμού. Γι' αυτό αυτές οι συσκευές μελετώνται και παίρνουν τις διαστάσεις ανάλογα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιήσουν. Οι μονάδες επεξεργασίας του αέρα αποτελούνται από χωριζόμενα στοιχεία. Η ένωση διαφορετικών τμημάτων, καθένα από τα οποία είναι ικανό να εκτελέσει μια καθορισμένη λειτουργία, επιτρέπει την επίτευξη των αναγκαίων επιδόσεων για την εγκατάσταση, με μεγάλη ακρίβεια. Στην αγορά διατίθενται πολυάριθμα μοντέλα κεντρικών κλιματιστικών που είναι εφοδιασμένα με συναρμολογούμενα τμήματα για την εκτέλεση των πιο διαφοροποιημένων επεξεργασιών αέρα. Η δυνατότητα συναρμολόγησης είναι ένα εμφανές χαρακτηριστικό των κεντρικών κλιματιστικών. Ο μελετητής της εγκατάστασης επιλέγει το κεντρικό κλιματιστικό διαλέγοντας τα τμήματα με τις αναγκαίες διαστάσεις ανάλογα με τις συνθήκες που πρέπει να έχει ο αέρας στην έξοδο, με το προβλεπόμενο σύστημα διανομής και με άλλες παραμέτρους που θα δούμε στην συνέχεια. Τα κεντρικά κλιματιστικά δεν περιλαμβάνουν τα στοιχεία για την παραγωγή των θερμών και ψυχρών ρευστών, που είναι αναγκαία για την διαδικασία θερμικής συναλλαγής με τον αέρα. Αυτές οι συσκευές (ψυκτικές μονάδες νερού, λέβητες) πρέπει να προβλεφθούν χωριστά. (κεφ.22 Briganti)

Σήμερα οι επεξεργασίες που συνήθως απαιτούνται κατά τη διάρκεια του έτους από τα κεντρικά κλιματιστικά είναι:

- A) μίξη ανάμεσα στον αέρα ανακύκλωσης και τον εξωτερικό αέρα.
- B) φιλτράρισμα του μίγματος αέρα που δημιουργείται
- Γ) προθέρμανση του αέρα
- Δ) ύγρανση του αέρα
- E) ψύξη και αφύγρανση του αέρα
- Στ) αναθέρμανση του αέρα
- Z) κίνηση του αέρα

Οι μονάδες επεξεργασίας του αέρα μπορούν να διαιρεθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το σύστημα που χρησιμοποιούν για την ψύξη του αέρα.

1. Μονάδες στις οποίες το ψυκτικό ρευστό και ο αέρας προς ψύξη είναι φυσικά διαχωρισμένοι. Χρησιμοποιούνται μονάδες ψύξης που διαρρέονται στο εσωτερικό από το ψυκτικό ρευστό. Ο αέρας προς ψύξη ρέει στο εξωτερικό και εφάπτεται στις επιφάνειες της μονάδας. Οι συσκευές που ανήκουν στην κατηγορία αυτή χρησιμοποιούνται κυρίως για ιδιωτικές και για διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές.

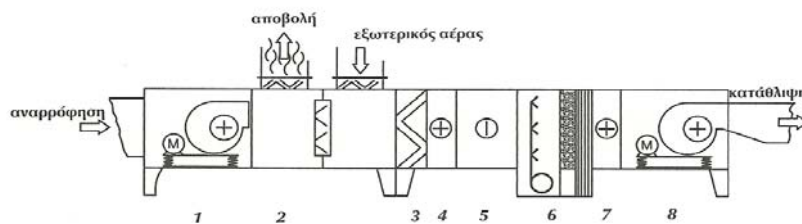
2. Μονάδες στις οποίες το ψυκτικό ρευστό (με ψεκασμό) και ο αέρας προς ψύξη έρχονται σε άμεση επαφή. Ο αέρας, δηλαδή, διασχίζει ένα θάλαμο όπου ψεκάζεται συνεχώς το ψυγμένο νερό. Οι συσκευές αυτού του τύπου λέγονται επίσης “πλυντήρια αέρα” (air washer) και χρησιμοποιούνται κυρίως για βιομηχανικές εφαρμογές εκεί όπου πρέπει να ικανοποιηθούν πολύ ειδικές συνθήκες. Για το λόγο αυτό δεν θα ασχοληθούμε με αυτή την κατηγορία μηχανημάτων.

(κεφ.22 Briganti)

Τα κεντρικά κλιματιστικά, της πρώτης κατηγορίας, μπορούν να υποδιαιρεθούν με την σειρά τους σε δύο διαφορετικούς τύπους:

- A) μονάδες μιας ζώνης  
B) μονάδες διπλού αγωγού και πολλών ζωνών

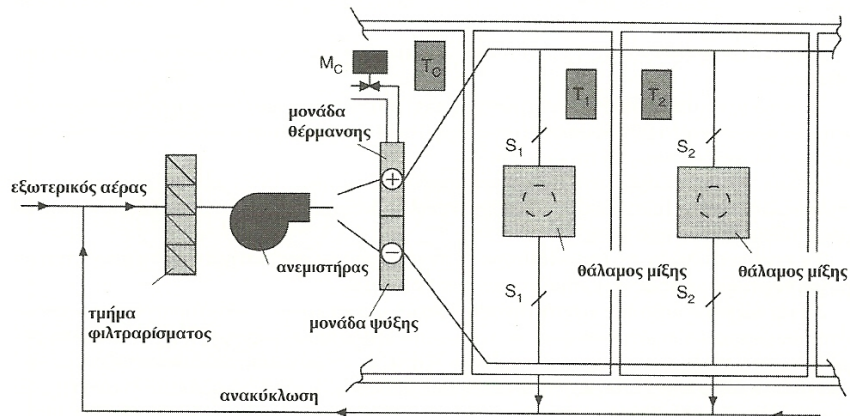
Στα κλιματιστικά μιας ζώνης ο αέρας διανέμεται στις συνθήκες που απαιτούνται ελεγχόμενος από ένα θερμοστάτη και ένα υγραστάτη ζώνης. Ο αέρας που διανέμεται με τον τρόπο αυτό είναι σε θέση να επεξεργαστεί μια ζώνη (που αποτελείται από ένα ή περισσότερους χώρους) όπου οι θερμουγραμετρικές συνθήκες είναι ομοιόμορφες.



1) τμήμα ανεμιστήρων αναρρόφησης 2) θάλαμος αποβολής και θάλαμος ανάμιξης με τρεις συζευγμένους αεροφράκτες με αντικριστά πτερύγια 3) τμήμα φίλτρων 4) μονάδα προθέρμανσης 5) μονάδα ψύξης 6) υγραντής με δέσμη ψεκασμού, αντλία ανακύκλωσης και διαχωριστής σταγονιδίων 7) μονάδα αναθέρμανσης 8) τμήμα ανεμιστήρων κατάθλιψης.

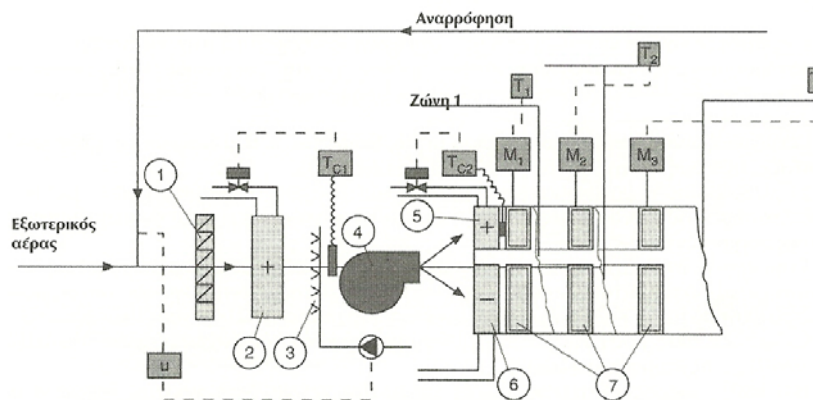
Εικ. 22.1 - Λειτουργικό σχεδιάγραμμα μιας μονάδας επεξεργασίας αέρα μιας ζώνης.

Ο αέρας, αφού υποβληθεί στις προβλεπόμενες θερμικές επεξεργασίες, εγκαταλείπει τη συσκευή και διανέμεται από ένα κανάλι. Ο ανεμιστήρας κατάθλιψης βρίσκεται στο τέλος όλων των άλλων εξαρτημάτων του μηχανήματος. Ο ανεμιστήρας του αέρα αναρρόφησης είναι πάντα απαραίτητος. Στα κλιματιστικά διπλού αγωγού οι μονάδες ψύξης και θέρμανσης είναι κατανεμημένες με τρόπον ώστε να μπορούν να τροφοδοτήσουν δυο χωριστά κανάλια που ξεκινούν από το μηχάνημα. Το ένα μεταφέρει ψυχρό αέρα ενώ το άλλο θερμό και καταλήγουν και τα δύο στους χώρους που προορίζονται για επεξεργασία. Σε κάθε χώρο είναι εγκατεστημένος ένας θάλαμος μίξης εφοδιασμένος με συζευγμένους αεροφράκτες που εκτελούν τη μίξη ανάμεσα στις δυο ροές αέρα που προέρχονται από το κλιματιστικό ανάλογα με τις εντολές ενός θερμοστάτη στο χώρο. (κεφ.22 Briganti)



Εικ. 22.2 - Λειτουργικό σχεδιάγραμμα μιας μονάδας επεξεργασίας αέρα διπλού αγωγού. Οι δύο αγωγοί, θερμός και ψυχρός, τροφοδοτούν σε κάθε χώρο θαλάμους μίξης που ελέγχονται από τον αντίστοιχο θερμοστάτη.

Στα κλιματιστικά πολλών ζωνών ο αέρας εγκαταλείπει το μηχάνημα σε διαφορετικές θερμογρομετρικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας χωριστά κανάλια, και με τον τρόπο αυτό εξυπηρετούνται περισσότερες ζώνες που βρίσκονται σε διαφορετικές συνθήκες η μια από την άλλη.. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτό φαίνεται σχηματικά (εικ.22.3).



Εικ. 22.3 - Τυπικό σχεδιάγραμμα μιας μονάδας επεξεργασίας αέρα πολλών ζωνών. Οι δύο ροές αέρα, θερμή και ψυχρή, αναμιγνύονται από τους συζευγμένους αεροφράκτες ζώνης που ελέγχονται από τον αντίστοιχο θερμοστάτη. 1) Φίλτρα αέρα 2) Μονάδα προθέρμανσης 3) Υγραντής 4) Ανεμιστήρας 5) Μονάδα θέρμανσης 6) Μονάδα ψύξης 7) Συζευγμένοι αεροφράκτες ζώνης.

Ο ανεμιστήρας του μηχανήματος είναι τοποθετημένος πριν από τις μονάδες ψύξης και θέρμανσης, οι οποίες είναι ξεχωριστές μεταξύ τους και βρίσκονται στο εσωτερικό διαφορετικών τμημάτων.

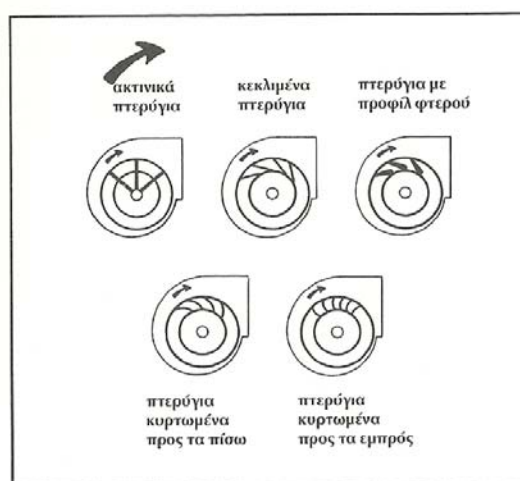
Ο εμφυσούμενος από τον ανεμιστήρα αέρας διαιρείται σε δυο διαφορετικές ροές και διασχίζει τη θερμή και την ψυχρή μονάδα (εικ.22.3). Στην έξοδο από το μηχάνημα είναι έτσι διαθέσιμες δύο ροές αέρα, μια θερμή και μια ψυχρή. Στο σημείο αυτό οι δύο ροές κατανέμονται και αναμιγνύονται μεταξύ τους από μια σειρά αεροφρακτών ζώνης. Στην πράξη, τα στόμια εξόδου του θερμού και του ψυχρού αέρα από το μηχάνημα διαιρούνται σε μια σειρά τμημάτων. Σε κάθε τμήμα αντιστοιχεί μια ορισμένη επιφάνεια του θερμού

και του ψυχρού αέρα. Κάθε τμήμα είναι εφοδιασμένο με δυο συζευγμένους αεροφράκτες, σε 90° μεταξύ τους, που επιτρέπουν τη μίξη του θερμού και του ψυχρού αέρα ανάλογα με τις εντολές ενός θερμοστάτη ζώνης. Η διάταξη των αεροφρακτών για κάθε τμήμα είναι τέτοια ώστε, για παράδειγμα, στο πλήρες άνοιγμα του θερμού αεροφράκτη αντιστοιχεί το πλήρες κλείσιμο του ψυχρού, με μια άπειρη σειρά ενδιάμεσων θέσεων μέχρι την αντίθετη κατάσταση. Οι δύο αεροφράκτες είναι εφαρμοσμένοι στον ίδιο άξονα που κινείται από έναν κινητήρα ανάλογα με τις εντολές του θερμοστάτη ζώνης. Φυσικά, ανάλογα με τις αναγκαίες παροχές αέρα, η ίδια ζώνη μπορεί να εξυπηρετείται από περισσότερα τμήματα που θα έχουν κοινή ρύθμιση. Από τη συσκευή πολλών ζωνών ξεκινούν πολλά κανάλια, το καθένα από τα οποία διανέμει αέρα στις συνθήκες θερμοκρασίας που απαιτούνται από την αντίστοιχη ζώνη (κεφ.22 Briganti).

Ας εξετάσουμε τώρα τα κύρια εξαρτήματα των κεντρικών κλιματιστικών:

### 3.2 Οι ανεμιστήρες

Στα κεντρικά κλιματιστικά χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά ανεμιστήρες φυγοκεντρικού τύπου. Μπορούν να είναι με πτερόγια κυρτωμένα προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Τα κυρτωμένα προς τα πίσω πτερόγια μπορούν να έχουν προφίλ φτερού ή ίσια ή κεκλιμένα πτερόγια (22.5)



Εικ. 22.5 - Προφίλ φτερωτών των συνηθέστερων τύπων φυγοκεντρικού ανεμιστήρα.

Στις συνήθεις εφαρμογές χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες με πτερόγια κυρτωμένα προς τα εμπρός. Σ' αυτούς το περίβλημα του ανεμιστήρα έχει μικρότερες διαστάσεις, η φτερωτή, ο άξονας και τα κουζινέτα μπορούν να είναι ελαφρότερης κατασκευής από ότι στους ανεμιστήρες με κυρτωμένα προς τα πίσω πτερόγια. Όμως υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές, με υψηλές παροχές και πιέσεις, όπου οι ανεμιστήρες με πτερόγια κυρτωμένα προς τα πίσω προσφέρουν καλύτερες επιδόσεις και αποδόσεις. Τα σημαντικότερα στοιχεία σύγκρισης ανάμεσα στους ανεμιστήρες με πτερόγια κυρτωμένα προς τα εμπρός και κυρτωμένα προς τα πίσω είναι:

1. Σε ίδιες συνθήκες λειτουργίας ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός έχει μικρότερη ταχύτητα περιστροφής από ότι εκείνος με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω.
2. Τοποθετημένος σε ένα κεντρικό κλιματιστικό, στις ίδιες συνθήκες λειτουργίας, ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια προς τα εμπρός έχει μικρότερο διάμετρο φτερωτής από ότι ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια προς τα πίσω.
3. Ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης. Παρόλα αυτά, όταν τοποθετείται σε ένα κλιματιστικό, το πεδίο επιλογής περιορίζεται. Σε πολλές περιπτώσεις δημιουργούνται συνθήκες στις οποίες η απορροφούμενη ισχύς αυξάνεται συνεχώς μέσα στα όρια παροχής αέρα του μηχανήματος. Γι' αυτό στην πραγματικότητα δεν μπορούμε να πούμε ότι ο ανεμιστήρας αυτός έχει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης σε όλες τις καταστάσεις. Κάθε επιλογή πρέπει να εξετάζεται για να υπάρχει η βεβαιότητα ότι ο επιλεγμένος κινητήρας δεν θα φτάσει σε υπερφόρτωση.
4. Ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει μεγαλύτερη μέγιστη απόδοση από τον ανεμιστήρα με πτερύγια προς τα εμπρός.

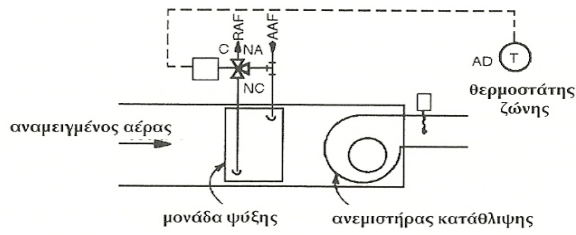
Παρ' όλα αυτά, όταν τοποθετείται σε ένα κεντρικό κλιματιστικό, η μέση απόδοση του ανεμιστήρα με τα πτερύγια προς τα πίσω, στο πεδίο επιλογής, είναι σχεδόν ίση με την απόδοση του ανεμιστήρα με τα πτερύγια προς τα εμπρός. Η επιλογή ανάμεσα στον έναν ή στον άλλο τύπο πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. (κεφ.22 Briganti)

### 3.3 Οι μονάδες ψύξης

Οι μονάδες αυτές μπορεί να είναι νερού ή άμεσης εκτόνωσης. Ο αριθμός σειρών που συνήθως χρησιμοποιείται είναι 4,6 ή 8. Ο αριθμός σειρών καθορίζει πρακτικά το βάθος της μονάδας. Η πτερύγωση μπορεί να είναι συνεχής περιτυλιγμένη με ελικοειδή τρόπο στους σωλήνες ή δέσμης. Επειδή η μονάδα ψύξης αποτελεί ένα στοιχείο θερμικής συναλλαγής ανάμεσα στο ψυκτικό που ρέει στο εσωτερικό της και τον αέρα που την διασχίζει, τα χαρακτηριστικά της εξετάζονται κάτω από τις δύο πλευρές. Για παράδειγμα, για να αυξηθεί η επιφάνεια συναλλαγής μιας ορισμένης μονάδας είναι πιο οικονομικό να αυξηθεί ο αριθμός των πτερυγίων ανά μονάδα μήκους παρά ο αριθμός των σειρών. Σε μερικές περιπτώσεις αυτό μπορεί να επιτρέψει μείωση του μεγέθους της αντλίας. Επομένως πριν αποφασιστεί η μονάδα είναι αναγκαίο να γίνει μια πλήρης ανάλυση των επιδόσεων από την πλευρά του αέρα και του ψυκτικού. Οι υδρόψυκτες μονάδες μπορούν να προετοιμαστούν για λειτουργία με διαφορές θερμοκρασίας και παροχές.

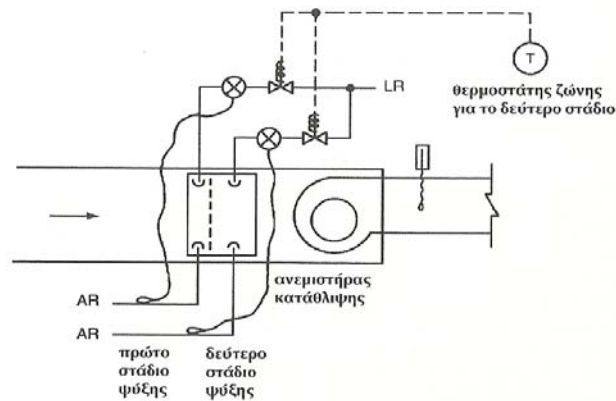
Στην λειτουργία με μερικά φορτία, η ισχύς της υδρόψυκτης μονάδας μειώνεται συνήθως μέσω μιας βαλβίδας τριών διευθύνσεων που ελέγχεται από τον θερμοστάτη του χώρου (22.9)





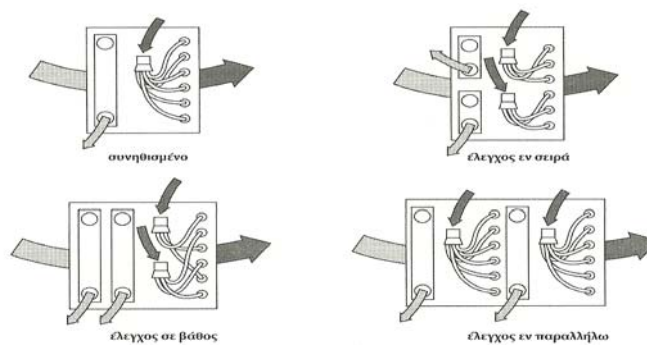
Εικ. 22.9 - Τυπικό σχεδιάγραμμα ρύθμισης της υδρόψυκτης μονάδας με βαλβίδα τριών διευθύνσεων.

Στα συστήματα άμεσης εκτόνωσης η μείωση της ισχύος της μονάδας γίνεται με διαφορετικό τρόπο. Η μονάδα διαιρείται σε δύο χωριστά κυκλώματα, που το καθένα είναι εφοδιασμένο με δική του ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, θερμοστατική βαλβίδα και διανομέα ψυκτικού (22.10)



Εικ. 22.10 - Σχεδιάγραμμα ρύθμισης μιας μονάδας άμεσης εκτόνωσης που είναι χωρισμένη σε δύο ανεξάρτητα κυκλώματα ψύξης.

Με την πτώση του θερμικού φορτίου κάτω από μια ορισμένη τιμή, ο θερμοστάτης χώρου επιβάλλει το κλείσιμο της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας σε ένα από τα δύο κυκλώματα. Το κύκλωμα που παραμένει ενεργό ικανοποιεί τις απαιτήσεις του φορτίου που απαιτείται από το περιβάλλον. (22.11)



Εικ. 22.11 - Παραδείγματα κυκλωμάτων μονάδων άμεσης εκτόνωσης που επιτρέπουν τον έλεγχο της ψυκτικής ικανότητας.

Σε μερικές περιπτώσεις, ειδικά κυκλώματα επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση, με ένα μόνο κύκλωμα, του 65% της ικανότητας της μονάδας γιατί η συνολική επιφάνεια της παραμένει ψυχρή. Με τον τρόπο αυτό ο συμπιεστής μπορεί να λειτουργήσει με υψηλότερες θερμοκρασίες αναρρόφησης και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. (κεφ.22 Briganti)

### 3.4 Οι μονάδες θέρμανσης

Οι μονάδες θέρμανσης μπορεί να είναι ατμού ή θερμού και υπέρθερμου νερού. Γενικά για τον ατμό δεν υπερβαίνονται πιέσεις λειτουργίας  $14 \text{ kp/cm}^2$  και για το υπέρθερμο νερό θερμοκρασίες  $150^\circ\text{C}$ . Η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο του μηχανήματος ποτέ δεν πρέπει να υπερβαίνει τους  $80^\circ\text{C}$  για να μην βλάψει τις εσωτερικές μονώσεις του μηχανήματος και την λίπανση των κουζινέτων του ανεμιστήρα. Στην πραγματικότητα η λειτουργία γίνεται σχεδόν πάντα με θερμοκρασίες κάτω των  $60^\circ\text{C}$  σε όλες τις οικιακές εγκαταστάσεις. Στα κεντρικά κλιματιστικά η θέρμανση μπορεί να επιτευχθεί βασικά με τέσσερις τρόπους, όσον αφορά τη μονάδα:

1. Μονάδα προθέρμανσης
2. Μονάδα ψύξης τροφοδοτούμενη με θερμό νερό
3. Μονάδα αναθέρμανσης
4. Συνδυασμός μονάδας προθέρμανσης και αναθέρμανσης.

(κεφ.22 Briganti)

Ας εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά κάθε συστήματος.

### 3.5 Μονάδα προθέρμανσης

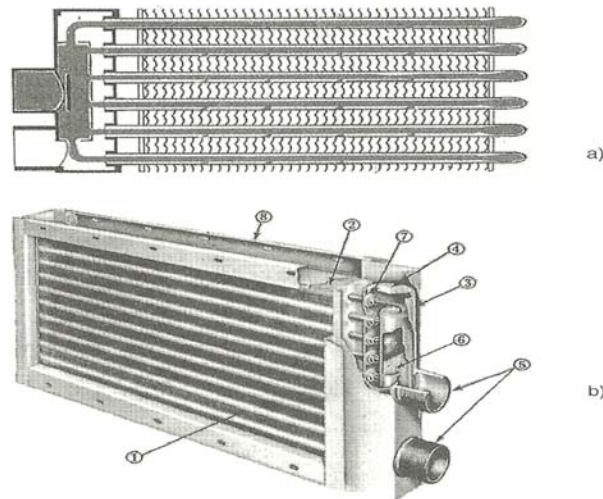
Σύμφωνα με την εικόνα, η πρώτη ομάδα που συναντάται, προς τη φορά της ροής του αέρα, είναι η μονάδα προθέρμανσης. Μπορεί να είναι με νερό ή ατμό και εγκαθίσταται πριν από την μονάδα ψύξης. Η μονάδα προθέρμανσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δυο σκοπούς:

A. Μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του μίγματος αέρα (εξωτερικός αέρας με αέρα ανακύκλωσης) πριν αυτό φτάσει στη μονάδα ψύξης ώστε να αποφευχθούν κίνδυνοι παγώματος γι' αυτήν. Αυτός ο κίνδυνος παρουσιάζεται όταν το μηχανήμα προορίζεται για λειτουργία με μεγάλα ποσοστά εξωτερικού αέρα.

B. Η μονάδα προθέρμανσης μπορεί να επιλεγεί για να δώσει όλη την αναγκαία θερμική ισχύ για την εγκατάσταση.

Στο μεγαλύτερο μέρος των εφαρμογών τα κεντρικά κλιματιστικά επεξεργάζονται μίγμα αέρα ανακύκλωσης και εξωτερικού αέρα στο οποίο ο τελευταίος μπορεί να φτάσει ποσοστά από 10% έως 40% της συνολικής παροχής. Για να αποφασιστεί η αναγκαιότητα της μονάδας προθέρμανσης είναι απαραίτητο να επιβεβαιωθεί αν η θερμοκρασία του μίγματος κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης δεν πέφτει κάτω από τους  $3-5^\circ\text{C}$ . Αν η μονάδα προθέρμανσης είναι απαραίτητη, μπορεί να επιλεγεί ή μόνο για να αυξάνει ελαφρά τη θερμοκρασία του αέρα του μίγματος, αφήνοντας στη μονάδα αναθέρμανσης να χορηγήσει τη θερμική ισχύ που είναι ακόμη αναγκαία, ή για να προσφέρει μόνη της όλη την απαιτούμενη από την εγκατάσταση θερμική ισχύ. Και στις δύο περιπτώσεις, όταν χρησιμοποιείται ατμός σαν θερμαντικό ρευστό, είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν

μονάδες του τύπου no-freeze. Οι μονάδες του τύπου no-freeze προορίζονται για να μην παγώσει το συμπυκνωμένο νερό (υγρασία) στο εσωτερικό των σωλήνων. Αυτές κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας δύο ομόκεντρους σωλήνες. Ο εσωτερικός σωλήνας διαθέτει μια σειρά οπών σε όλο του το μήκος. Αυτός εκτελεί μια διανομή του ατμού, με



Εικ. 22.12 - Σχηματική τομή μιας μονάδας ατμού "no-freeze". (α) Η διαδρομή του ατμού φαίνεται με γκρι χρώμα. Στο (b) απεικονίζεται μία πραγματική κατασκευή της μονάδας: 1) Πτερυγοτή επιφάνεια θερμικής ανταλλαγής 2) Διαμορφωμένο προφίλ της πτερώωσης 3) Εξωτερικός συλλέκτης επιστροφής του ατμού 4) Κεφαλή του συλλέκτη 5) Συνδέσεις εισόδου και εξόδου του ατμού 6) Διάφραγμα διανομής του εισερχόμενου ατμού 7) Ζώνες επαφής ανάμεσα στον εξωτερικό συλλέκτη και τους σωλήνες επιστροφής του ατμού 8) Σκελετός.

ομοιόμορφο τρόπο, στο διάκενο με τον εξωτερικό σωλήνα (22.12) Τα συμπυκνώματα που παράγονται συγκεντρώνεται στον συλλέκτη της μονάδας και κατόπιν εκκενώνεται. Επειδή το συμπυκνωμένο νερό θερμαίνεται συνεχώς από τον ατμό επιστροφής είναι απίθανο να υπάρξει κίνδυνος παγώματος μέσα στους συλλέκτες. (κεφ.22 Briganti)

Η χρήση της μονάδας ψύξης σαν θερμαντής

Όταν χρησιμοποιείται θερμό ή υπέρθερμο νερό σαν θερμαντικό ρευστό, η χρήση της μονάδας ψύξης σαν θερμαντής έχει το πλεονέκτημα ότι μειώνει το αρχικό κόστος του μηχανήματος. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι η θερμική ισχύς που χορηγείται από την μονάδα αυτή μπορεί να ξεπεράσει κατά πολύ αυτήν που απαιτείται από το φορτίο. Αν η ισχύς της μονάδας σε φάση ψύξης ελέγχεται από μια βαλβίδα τριών διευθύνσεων, αυτή η βαλβίδα θα έχει μεγάλες διαστάσεις για τις ανάγκες θέρμανσης. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται προβλήματα στον έλεγχο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στον κύκλο θέρμανσης. Προτιμάται τότε να μην γίνει επέμβαση στην παροχή του θερμού νερού, αλλά να τοποθετηθούν βοηθητικοί δίοδοι (by-pass) στον αέρα ή να ρυθμιστεί η θερμοκρασία του αέρα, ανάλογα με τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα. Για να αποφευχθούν κίνδυνοι παγώματος, αυτό το σύστημα συνίσταται μόνο όταν η θερμοκρασία του μίγματος του αέρα στη μονάδα δεν πέφτει κάτω από +2°C. (κεφ.22 Briganti)

### 3.6 μονάδα αναθέρμανσης

Η μονάδα αναθέρμανσης τοποθετείται μετά την μονάδα ψύξης Αυτή μπορεί να παρέχει το σύνολο της θερμικής ισχύος κατά τη χειμερινή περίοδο ή την αναθέρμανση την καλοκαιρινή περίοδο. Στις εφαρμογές κλιματισμού, η αναθέρμανση είναι ένας από τους καλύτερους ελέγχους από πλευράς απλότητας, ασφάλειας και συντήρησης και εφαρμόζεται όπου απαιτείται ένας ακριβής έλεγχος της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Για τις εφαρμογές θέρμανσης, η μονάδα αναθέρμανσης παίρνει διαστάσεις μεγαλύτερες κατά 15-25% για να επιτρέψει μια γρήγορη έναρξη ομαλής λειτουργίας το πρωί και να αντισταθμίσει τις απώλειες θερμότητας από τα κανάλια. Όταν απαιτείται ακριβής έλεγχος της θερμοκρασίας και η μονάδα έχει μεγαλύτερες διαστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο παράλληλες βαλβίδες ρύθμισης, που λειτουργούν διαδοχικά, και με διαστάσεις για το 1/3 και τα 2/3 της παροχής αέρα της μελέτης. Μια μόνο βαλβίδα, πράγματι, δεν θα είχε ικανοποιητική ακρίβεια στα μερικά φορτία. Όταν χρησιμοποιείται η μονάδα αναθέρμανσης χωρίς μονάδα προθέρμανσης, είναι αναγκαίο να λαμβάνονται προφυλάξεις ενάντια στον κίνδυνο παγώματος της μονάδας ψύξης. Υπάρχει επίσης το πρόβλημα προστασίας της ίδιας της μονάδας αναθέρμανσης. Θα μπορούσε να υποτεθεί ότι το μίγμα αέρα ανακύκλωσης και του εξωτερικού αέρα είναι συνήθως πάνω από την θερμοκρασία παγώματος και γι' αυτό δεν υπάρχουν κίνδυνοι για τις μονάδες. Αυτό θα μπορούσε να αληθεύει αν το μίγμα ανάμεσα στις δύο παροχές ήταν πλήρες και δεν υπήρχε διαστρωμάτωση. Στην πράξη η διαστρωμάτωση δημιουργείται και το πρόβλημα πρέπει να αντιμετωπιστεί. (κεφ.22 Briganti)

#### Συνδυασμός προθέρμανσης και αναθέρμανσης

Με το σύστημα αυτό η μονάδα προθέρμανσης έχει μοναδικό ρόλο την ανύψωση της θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα έως του 13-15°C. Η μονάδα αναθέρμανσης παρέχει την υπόλοιπη θερμική ισχύ και ανεβάζει τη θερμοκρασία του αέρα στην τιμή της μελέτης. Κατά τη θερινή περίοδο η μονάδα εκτελεί κανονικά την αναθέρμανση. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται συνήθως όταν το κεντρικό κλιματιστικό προορίζεται για την επεξεργασία αέρα με υψηλό ποσοστό ανάμιξης εξωτερικού αέρα. (κεφ.22 Briganti)

### 3.7 Τα φίλτρα αέρα

Τα κεντρικά κλιματιστικά μπορεί να είναι εφοδιασμένα με τμήματα φίλτρων υψηλής και χαμηλής ταχύτητας. Το τμήμα υψηλής ταχύτητας είναι πιο στενό γιατί απαιτείται πιο μικρή επιφάνεια φιλτραρίσματος ανά μονάδα παροχής αέρα από ότι στα τμήματα χαμηλής ταχύτητας. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τύπου πάνελ, με διάφραγμα φιλτραρίσματος από συνθετικές ίνες που περιέχονται σ' ένα πλαίσιο. Στις εφαρμογές χαμηλής ταχύτητας δεν υπερβαίνονται συνήθως τα 1,5 m/s ενώ στις εφαρμογές υψηλής ταχύτητας τα 2,5-3,5 m/s μετωπικής ταχύτητας του αέρα. Τα φίλτρα τύπου πάνελ προσφέρουν χαμηλές αποδόσεις φιλτραρίσματος και έτσι συχνά λειτουργούν μαζί με άλλους τύπους φίλτρων (με θύλακες) για να επιτευχθούν υψηλότερες αποδόσεις. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σε ρόλο που ακολουθούνται από φίλτρα με θύλακες ή από ηλεκτροστατικά φίλτρα. (κεφ.22 Briganti)

### 3.8 Οι υγραντές

Μια άλλη λειτουργία που πρέπει να εκτελεστεί από το κεντρικό κλιματιστικό είναι η ύγρανση κατά την χειμερινή περίοδο. Σήμερα τρεις είναι οι τύποι υγραντών που χρησιμοποιούνται περισσότερο:

- 1.Υγραντής με εξατμιστική δέσμη
- 2.Υγραντής με ψεκασμό νερού
- 3.Υγραντής με ατμό

Ας δούμε τα χαρακτηριστικά τους

Με εξατμιστική δέσμη. Συνίσταται από μια εξατμιστική δέσμη από συνθετικό υλικό που έχει το κατάλληλο σχήμα η οποία διαρρέεται από το νερό που κατεβαίνοντας προς τα κάτω λόγω της βαρύτητας απλώνεται σε όλη την επιφάνεια της. Ο αέρας διασχίζει οριζόντια την εξατμιστική δέσμη και έρχεται σε επαφή με το νερό φορτιζόμενος με υγρασία. Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο βάθη δέσμης, 100 και 200 mm. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται νερό που κατόπιν χάνεται ενώ στην δεύτερη ένα σύστημα με αντλία ανακύκλωσης. Η επίτευξη του κορεσμού εξαρτάται από το βάθος της δέσμης και από την ταχύτητα του αέρα. Για ταχύτητες της τάξης των 2.5 m/s μπορεί να φθάσει το 65-70% με βάθος 100 mm και το 80-90% με βάθος 200 mm.

Υγραντής με ψεκασμένο και ανακυκλωμένο νερό. Αποτελείται από ένα συλλέκτη και από ένα δίκτυο ακροφυσίων από το οποίο ψεκάζεται νερό από το δίκτυο ύδρευσης. Αυτός ο τύπος υγραντή συνήθως εγκαθίσταται πριν από την μονάδα ψύξης. Η επίτευξη κορεσμού είναι 35-40% περίπου. Όταν απαιτούνται υψηλότερες επιδόσεις χρησιμοποιείται ένα σύστημα ανακύκλωσης. Το νερό αναρροφάται από μια λεκάνη με μια αντλία και ψεκάζεται από το δίκτυο των ακροφυσίων με μεγαλύτερη παροχή. Ψεκάζοντας απευθείας το νερό στη μονάδα μειώνεται ο συντελεστής by-pass της ίδιας της μονάδας. Αυτό είναι το σύστημα της ψεκαζόμενης μονάδας. Επιτυγχάνονται έτσι αποδόσεις κορεσμού 60-80% περίπου. Ανάλογα αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν με ειδικά τμήματα “υψηλής ύγρανσης”. Στα τμήματα αυτά το νερό ψεκάζεται σε έναν ειδικό θάλαμο και κατόπιν βρέχει μια ειδική δέσμη εξάτμισης.

Υγραντής με ατμό. Αποτελείται από ένα διάτρητο σωλήνα από τον οποίο ο ατμός διαχέεται κατευθείαν στον προς επεξεργασία αέρα. Και αυτός ο τύπος υγραντή εγκαθίσταται πριν από τη μονάδα θέρμανσης. Ο ατμός πρέπει να στερείται οσμών ιδίως σε οικιακές εφαρμογές. Τα κλιματιστικά μπορεί να είναι εφοδιασμένα με αυτόνομο παράγωγο ατμού. (κεφ.22 Briganti)

### 3.9 Θάλαμος μίξης

Αυτό το τμήμα επιτρέπει τη μίξη ανάμεσα στον εξωτερικό αέρα και τον αέρα ανακύκλωσης με δύο συστήματα συζευγμένων αεροφρακτών. Η κίνηση των αεροφρακτών μπορεί να είναι χειροκίνητη ή μηχανοκίνητη. Στην δεύτερη περίπτωση ο κινητήρας μπορεί να ελέγχεται από ένα θερμοστάτη που είναι ρυθμισμένος, για παράδειγμα, για να διατηρεί μια σταθερή θερμοκρασία μίγματος, ανεξάρτητα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα.

## Κατασκευή

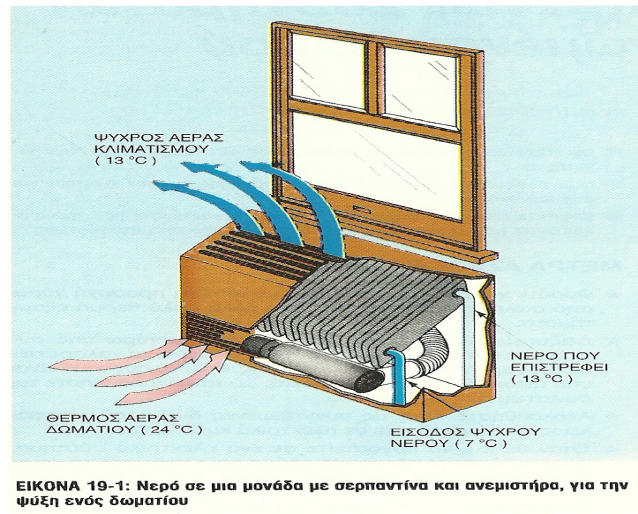
Τα κεντρικά κλιματιστικά κατασκευάζονται με μερικούς χαρακτηριστικούς τρόπους:

- Με τμήματα με απλό τοίχωμα από γαλβανισμένη λαμαρίνα. Η σύνδεση ανάμεσα στα διάφορα τμήματα γίνεται γύρω από την περιφέρεια κάθε τμήματος. Αυτή είναι η πιο οικονομική κατασκευαστική λύση, αλλά και η λιγότερο ποιοτική, γιατί υπάρχουν σημαντικές θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό και εκπομπή θορύβου.
- Με αυτοφερόμενα πάνελς διπλού τοιχώματος, από γαλβανισμένη λαμαρίνα, πάχους 25 mm. Στο εσωτερικό υπάρχει άφλεκτη πολυουραιθάνη ή τοποθετείται μονωτικό στρώμα από fiberglass υψηλής πυκνότητας. Η λειτουργία αυτής της κατασκευής είναι λιγότερο θορυβώδης από την προηγούμενη και μπορεί να γίνει με πιέσεις έως 1000 Pa. Μια βάση από γαλβανισμένο χάλυβα εξασφαλίζει τη σταθερότητα των μηχανημάτων.
- Με πάνελς διπλού τοιχώματος πάχους 25 ή 50 mm από γαλβανισμένη λαμαρίνα ή ανοξείδωτο χάλυβα ή peralluman μονταρισμένα σε φέροντα σκελετό από γαλβανισμένο χάλυβα ή από προφίλ αλουμινίου. Τα πάνελς έχουν θερμομόνωση στο εσωτερικό όπως και τα προηγούμενα. Και στην περίπτωση αυτή μια βάση από γαλβανισμένο χάλυβα εξασφαλίζει τη σταθερότητα της κατασκευής. Η σύνδεση των τμημάτων γίνεται με σφικτήρες ανάμεσα στο σκελετό και τα πάνελς. Αυτή είναι η ποιοτικά καλύτερη λύση που μπορεί να επιτρέψει την εγκατάσταση στο εξωτερικό και τη λειτουργία με πιέσεις έως 2500 Pa. Με τα πάνελς των 50 mm επιτυγχάνονται μικρότερος θόρυβος λειτουργίας και λιγότερες θερμικές απώλειες από ότι με τους άλλους δύο τύπους.

Τα κεντρικά κλιματιστικά κατασκευάζονται σε πολυάριθμα μεγέθη και είναι σε θέση να καλύψουν ένα ευρύ πεδίο παροχών αέρα. Για τις μονάδες απλού τοιχώματος, το πεδίο παροχών κυμαίνεται συνήθως από 2000 έως 50000 m<sup>3</sup> /h. Για τις μονάδες διπλού τοιχώματος το πεδίο εκτείνεται από 2000 έως 100000 m<sup>3</sup> /h. Ένα τυπικό κεντρικό κλιματιστικό μικρής παροχής με πάνελς διπλού τοιχώματος και φέροντα σκελετό φαίνεται στην εικόνα 22.14 (κεφ.22 Briganti)

### 3.α Συστήματα κλιματισμού με παγωμένο νερό

Τα συστήματα παγωμένου νερού χρησιμοποιούνται για μεγάλες χρησιμοποιούνται για μεγάλες εγκαταστάσεις κεντρικού κλιματισμού, εξ' αιτίας της ευκολίας με την οποία μπορεί να κυκλοφορήσει το παγωμένο νερό μέσα στο σύστημα. Εάν το ψυκτικό μέσο κυκλοφορούσε δια μέσου σωληνώσεων σε όλους τους ορόφους μιας πολυκατοικίας, τότε θα υπήρχαν πάρα πολλές πιθανότητες διαρροής, ενώ η δαπάνη φόρτισης του συστήματος με ψυκτικό μέσο θα ήταν πολύ μεγάλη. Η θερμοκρασία βρασμού (ατμοποίηση) του ψυκτικού μέσου μέσα σε μια σερπαντίνα ψύξης είναι 4.5°C. Εάν το νερό μπορεί να ψυχθεί στην ίδια θερμοκρασία περίπου, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αυτό, για την ψύξη του αέρα



Αυτή ακριβώς τη λογική χρησιμοποιούν τα συστήματα κυκλοφορίας παγωμένου νερού. Το νερό ψύχεται στους 7°C περίπου και κυκλοφορεί δια μέσου σωληνώσεων προς όλες τις σερπαντίνες εναλλαγής θερμότητας που βρίσκονται στο κτίριο, όπου απορροφάται θερμότητα από τον αέρα του κτιρίου. Όταν χρησιμοποιείται νερό, για να κυκλοφορεί στο κτίριο, τότε αυτό το νερό ονομάζεται δευτερεύον ψυκτικό μέσο. Η κυκλοφορία του νερού κοστίζει πολύ λιγότερο από την κυκλοφορία ψυκτικού μέσου. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### 3.α.1 Συστήματα παγωμένου νερού (Chillers)

Τα συστήματα αυτά ψύχουν το νερό που κυκλοφορεί δια μέσου σωληνώσεων. Έτσι, καθώς το νερό διέρχεται δια μέσου του τμήματος του εξατμιστή, η θερμοκρασία του μειώνεται. Στη συνέχεια, αυτό το νερό κυκλοφορεί δια μέσου του κτιρίου και συλλέγει θερμότητα. Η συνηθισμένη θερμοκρασία του νερού που αποδίδεται στο κτίριο είναι 7°C, ενώ η θερμοκρασία του νερού που επιστρέφει στο σύστημα ψύξης του νερού (Chiller) είναι 13 °C. Η θερμότητα του κτιρίου προσθέτει 6 °C στο νερό που επιστρέφει. Μόλις το νερό φτάσει στο σύστημα ψύξης, τότε αφαιρείται απ' αυτό θερμότητα και επανακυκλοφορεί δια μέσου του κτιρίου. Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων παγωμένου νερού:

1. Τα συστήματα με κύκλο συμπίεσης: χρησιμοποιούν ένα συμπιεστή, για την δημιουργία διαφορών στις πιέσεις μέσα στο σύστημα ( Chiller), ώστε να ατμοποιείται το ψυκτικό μέσο.
2. Τα απορροφητικά συστήματα: χρησιμοποιούν ένα διάλυμα άλατος και νερού, για να επέλθουν τα ίδια αποτελέσματα.

(κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

Αυτά τα συστήματα διαφέρουν πολύ και για αυτό αναλύονται παρακάτω ξεχωριστά

### 3.α.2 Τα συστήματα παγωμένου νερού (Chillers) με κύκλο συμπίεσης

Τα συστήματα «Chillers» με κύκλο συμπίεσης έχουν τα ίδια τέσσερα βασικά εξαρτήματα με τα συνηθισμένα κλιματιστικά, ένα συμπιεστή, ένα εξατμιστή, ένα συμπυκνωτή και

ένα μετρητικό μηχανισμό ελέγχου. Παρόλα αυτά όμως, τα εξαρτήματα αυτά είναι γενικά μεγαλύτερα, ώστε να είναι σε θέση να διαχειριστούν περισσότερο ψυκτικό μέσο και να μπορούν να χρησιμοποιούν ένα διαφορετικό ψυκτικό μέσο. Η καρδιά του κύκλου συμπίεσης ενός ψυκτικού συστήματος, είναι ο συμπιεστής. Οι συμπιεστές που χρησιμοποιούνται συνήθως σε αυτά τα συστήματα είναι οι παλινδρομικοί (εμβολοφόροι), οι ελικοειδείς, οι σπειροειδείς και οι φυγοκεντρικοί. Ο συμπιεστής μπορεί να θεωρηθεί σαν μια “αντλία ατμού”. Ο συμπιεστής μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα εξάρτημα της μηχανής το οποίο χαμηλώνει την πίεση του εξατμιστή στο επιθυμητό σημείο βρασμού (ατμοποίησης) του ψυκτικού μέσου. Αυτό το σημείο, για ένα σύστημα παγωμένου νερού, είναι συνήθως στους 3 °C. Ο συμπιεστής, στη συνέχεια, αναπτύσσει μια πίεση στο συμπυκνωτή, μέχρι το σημείο όπου ο ατμός συμπυκνώνεται και μετατρέπεται σε υγρό, για να επαναχρησιμοποιηθεί στον εξατμιστή. Η συνηθισμένη θερμοκρασία συμπύκνωσης είναι 41 °C. Οι θερμοκρασίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδεικτικά για να καθορίζουν εάν η λειτουργία ενός συστήματος παγωμένου νερού λειτουργεί μέσα στις παραμέτρους για τις οποίες έχει μελετηθεί. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### **3.10 Παλινδρομικοί συμπιεστές συστημάτων παγωμένου νερού**

Στα συστήματα παγωμένου νερού χρησιμοποιούνται μεγάλοι παλινδρομικοί συμπιεστές, οι οποίοι, εκτός μερικών εξαιρέσεων, λειτουργούν κατά παρόμοιο τρόπο με τους άλλους παλινδρομικούς συμπιεστές. Αυτοί οι συμπιεστές έχουν ιπποδύναμη ½ hp έως 150 hp περίπου, γεγονός το οποίο εξαρτάται από την εγκατάσταση. Οι περισσότεροι κατασκευαστές έχουν σταματήσει να χρησιμοποιούν ένα συμπιεστή για ένα μεγάλο σύστημα παγωμένου νερού, τον οποίο και έχουν αντικαταστήσει με πολλούς μικρούς συμπιεστές. Αυτοί οι συμπιεστές είναι θετικού εκτοπίσματος και δεν μπορούν να αντλήσουν υγρό ψυκτικό μέσο, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος ζημίας για το συμπιεστή. Μερικά ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται συνήθως στους παλινδρομικούς συμπιεστές των συστημάτων παγωμένου νερού είναι το R-500, το R-502, το R-134A και το R-22. Το R-22 είναι το πιο διαδεδομένο. Ο μεγάλος παλινδρομικός συμπιεστής έχει αρκετούς κυλίνδρους για να παράγει την άντληση που χρειάζεται για να μετακινηθούν οι μεγάλες ποσότητες του ψυκτικού μέσου. Μερικοί από αυτούς τους συμπιεστές έχουν 12 κυλίνδρους. Ο συμπιεστής αυτός καθίσταται μια μηχανή με πολλά κινούμενα μέρη, όπου αναπτύσσονται μεγάλες εσωτερικές τριβές.

Εάν ένας από τους κυλίνδρους του συμπιεστή έχει κάποιο πρόβλημα, τότε ολόκληρο το σύστημα θα έχει πρόβλημα. Εάν έχουμε εγκατάσταση με πολλούς συμπιεστές, εάν υπάρχει πρόβλημα με ένα συμπιεστή, τότε οι υπόλοιποι μπορεί να μεταφέρουν το απαιτούμενο φορτίο και να αναπληρώσουν το κενό που δημιουργεί ο ένας συμπιεστής. Γι' αυτό το λόγο, οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν πολλαπλούς συμπιεστές μικρότερου μεγέθους. Όλα τα μεγάλα συστήματα παγωμένου νερού πρέπει να έχουν κάποια μέσα ελέγχου της απόδοσης του συμπιεστή, αλλιώς ο συμπιεστής μπορεί να σταματάει και να ξεκινάει τον κύκλο λειτουργίας του από μόνος του, γεγονός το οποίο φθείρει το συμπιεστή, καθώς δεν προλαβαίνει να εξισορροπηθεί η πίεση του λαδιού. Για τον λόγο αυτό, η καλύτερη περίπτωση είναι να διατηρείται σε λειτουργία ο συμπιεστής, με μειωμένη απόδοση. Η λειτουργία με μειωμένη απόδοση εξομαλύνει τις θερμοκρασιακές αυξομειώσεις, οι οποίες οφείλονται στη διακοπή της λειτουργίας του



συμπιεστή και στη αναμονή, ώστε να θερμανθεί το νερό και να ξαναρχίσει ο συμπιεστής να λειτουργεί. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### **3.11 Σπειροειδής συμπιεστές για συστήματα παγωμένου νερού**

Ο σπειροειδής συμπιεστής είναι ένας συμπιεστής θετικού εκτοπίσματος. Οι σπειροειδείς συμπιεστές που εφαρμόζονται στα συστήματα παγωμένου νερού (Chillers), είναι μεγαλύτεροι από αυτούς που χρησιμοποιούνται στα κοινά κλιματιστικά. Αυτοί οι συμπιεστές έχουν απόδοση 10-15 RT , αλλά λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν οι μικρότεροι. Αυτοί οι συμπιεστές είναι συγκολλημένοι και ερμητικά κλειστοί. Όταν χρησιμοποιούνται σε συστήματα παγωμένου νερού (Chillers) με απόδοση 25 RT, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας συμπιεστής 10 RT και ένας 15 RT. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των σπειροειδών συμπιεστών είναι:

- i. Απόδοση
- ii. Ήσυχη λειτουργία
- iii. Μέγεθος και βάρος
- iv. Μπορεί να αντλεί υγρό ψυκτικό μέσο χωρίς να παθαίνει ζημία ο συμπιεστής
- v. Μέγεθος και βάρος

Ο σπειροειδής συμπιεστής προβάλλει μικρή αντίσταση στη ροή του ψυκτικού μέσου από την υψηλή στην χαμηλή πλευρά του συστήματος, κατά τη διάρκεια της διακοπής του κύκλου λειτουργίας. Για να εμποδίζεται η προς τα πίσω ροή του ψυκτικού μέσου, όταν το σύστημα είναι εκτός λειτουργίας, χρησιμοποιείται μια βαλβίδα ελέγχου. Η λίπανση των σπειροειδών συμπιεστών γίνεται με μια αντλία λαδιού, η οποία βρίσκεται στο κάτω μέρος του στροφαλοφόρου άξονα. Η αντλία λαδιού συλλέγει λάδι από την ελαιολεκάνη και λιπαίνει τα κινητά μέρη του άξονα. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### **3.12 Ελικοειδείς περιστροφικοί συμπιεστές για συστήματα παγωμένου νερού**

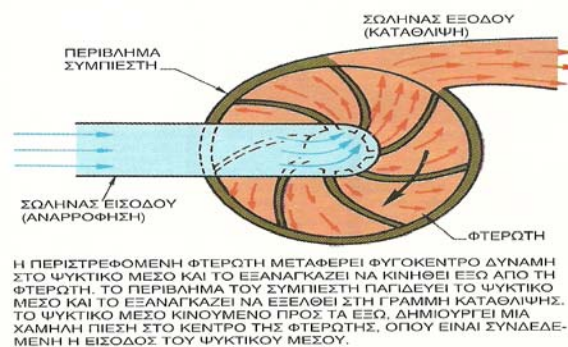
Οι περισσότεροι από τους βασικούς κατασκευαστές τοποθετούν στα μεγαλύτερα συστήματα παγωμένου νερού, ελικοειδείς (κοχλιόμορφους) περιστροφικούς συμπιεστές. Ένας τέτοιος εξοπλισμός είναι υψηλής απόδοσης και χρησιμοποιεί ψυκτικά μέσα υψηλής πίεσης.

Ο ελικοειδής περιστροφικός συμπιεστής έχει την δυνατότητα διαχείρισης μεγάλου όγκου ψυκτικού μέσου, με λίγα κινητά μέρη. Αυτός ο τύπος συμπιεστή είναι θετικού εκτοπίσματος, ο οποίος έχει τη δυνατότητα διαχείρισης υγρού ψυκτικού μέσου, χωρίς να παθαίνει ζημία. Αυτό συμβαίνει και με τους παλινδρομικούς συμπιεστές, καθώς αυτοί δεν μπορούν να διαχειριστούν υγρό ψυκτικό μέσο. Οι ελικοειδείς περιστροφικοί συμπιεστές κατασκευάζονται έτσι ώστε να έχουν απόδοση από 50 RT έως 700 RT. Αυτοί οι συμπιεστές είναι αξιόπιστοι και δεν δημιουργούν σοβαρά προβλήματα. Οι κατασκευαστές φτιάχνουν αυτούς τους συμπιεστές έτσι, ώστε να είναι ερμητικά κλειστοί ή άμεσης μετάδοσης της κίνησης. Οι συμπιεστές άμεσης μετάδοσης της κίνησης πρέπει να έχουν ένα στεγανοποιημένο άξονα, ο οποίος θα διαπερνά το περίβλημα του συμπιεστή. Ο έλεγχος και η ρύθμιση της απόδοσης ενός ελικοειδούς περιστροφικού συμπιεστή επιτυγχάνεται με μια ολισθαίνουσα βαλβίδα η οποία μπλοκάρει το αέριο αναρρόφησης, πριν αυτό εισέλθει μέσα στα περιστρεφόμενα μέρη του συμπιεστή. Αυτή η βαλβίδα λειτουργεί με την διαφορά πίεσης και μπορεί να κινηθεί μέχρι την θέση της

πλήρους εκφόρτισης, πριν διακοπεί η λειτουργία του συμπιεστή, ούτως ώστε, κατά την εκκίνηση, να είναι εκφορτισμένος ο συμπιεστής και μειώνεται το εισερχόμενο ηλεκτρικό ρεύμα κατά την εκκίνηση. Οι περισσότεροι από αυτούς τους συμπιεστές μπορεί να λειτουργήσουν με φορτίο από 10% έως 100% με σταδιακή αύξηση, εξ' αιτίας της ολισθαίνουσας βαλβίδας. Αυτό αντιτίθεται στη λειτουργία ενός παλινδρομικού συμπιεστή, ο οποίος εκφορτίζει 1 η 2 κυλίνδρους κάθε φορά. Ο προορισμός του ελικοειδούς συμπιεστή είναι να αντλεί μια μεγάλη ποσότητα λαδιού, ενώ θα συμπιέζει το ψυκτικό μέσο. Το λάδι μετακινείται προς τα περιστρεφόμενα μέρη του συμπιεστή. Η μετακίνηση αυτή γίνεται εξ' αιτίας της διαφοράς πίεσης μέσα στο συμπιεστή και όχι μιας αντλίας λαδιού. Επίσης, το λάδι συγκεντρώνεται μέσα στις ελαιολεκάνες και μετακινείται προς τα κινητά μέρη που χρειάζονται λίπανση, με την βοήθεια της βαρύτητας. Οι περιστρεφόμενοι κοχλίες βρίσκονται κοντά μεταξύ τους, αλλά δεν έρχονται σε επαφή, το διάκενο μεταξύ των κοχλίων στεγανοποιείται με το λάδι που αντλείται από τους περιστρεφόμενους κοχλίες καθώς αυτοί περιστρέφονται. Αυτό το λάδι διαχωρίζεται από το θερμό αέριο στη γραμμή κατάθλιψης και επιστρέφει προς την είσοδο της αντλίας λαδιού δια μέσου ενός ψύκτη λαδιού. Αυτός ο διαχωρισμός λαδιού είναι αναγκαίος, γιατί, εάν στο σύστημα φτάσει πάρα πολύ λάδι, τότε θα έχουμε στον εξατμιστή μικρή εναλλαγή θερμότητας, με αποτέλεσμα να έχουμε απώλειες στην απόδοση. Η φυσική θέση διαχωρισμού του λαδιού από το ψυκτικό μέσο είναι στη γραμμή κατάθλιψης. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού )

### 3.13 Φυγοκεντρικός συμπιεστής για συστήματα παγωμένου νερού (Υψηλής πίεσης)

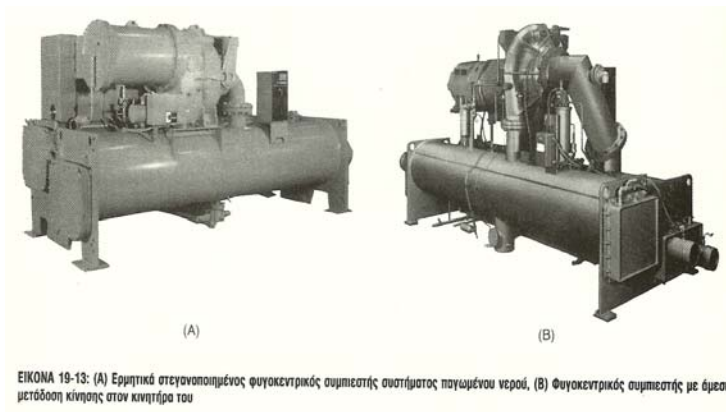
Ο φυγοκεντρικός συμπιεστής χρησιμοποιεί μόνο τη φυγόκεντρο δύναμη που εφαρμόζεται στο ψυκτικό μέσο, ώστε να μετακινηθεί από την πλευρά χαμηλής πίεσης προς την πλευρά υψηλής πίεσης του συστήματος (εικόνα 19-9).



ΕΙΚΟΝΑ 19-9: Η φυγόκεντρο δύναμη χρησιμοποιείται για τη συμπίεση το ψυκτικού μέσου

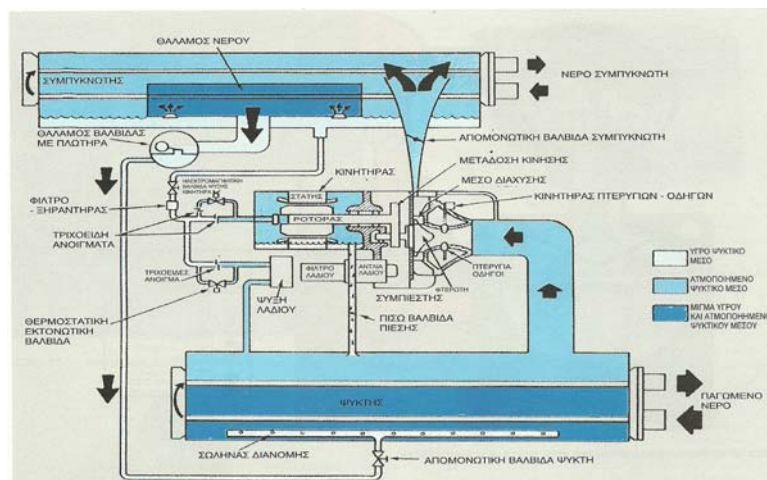
Ο συμπιεστής αυτός μοιάζει με ένα μεγάλο ανεμιστήρα, ο οποίος δημιουργεί μια διαφορά πίεσης από την μια πλευρά του συμπιεστή μέχρι την άλλη. Η δύναμη που αναπτύσσει ένας τέτοιος συμπιεστής δεν είναι πολύ μεγάλη, αλλά χρησιμοποιούνται σε συστήματα υψηλής πίεσης και μπορούν να διαχειριστούν ένα μεγάλο όγκο ψυκτικού μέσου. Για να δημιουργηθεί η διαφορά πίεσης από τον εξατμιστή μέχρι τον συμπυκνωτή

των συστημάτων υψηλής πίεσης, ο συμπιεστής περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα δια μέσου ενός κιβωτίου ταχυτήτων ή έχει πολλαπλές βαθμίδες συμπίεσης. Οι συνηθισμένες ταχύτητες των κινητήρων που χρησιμοποιούνται στους παλινδρομικούς, στους σπειροειδείς και στους ελικοειδείς συμπιεστές κυμαίνονται γύρω στις 3600 rpm. Όταν για τα φυγοκεντρικά συστήματα χρειάζονται συμπιεστές με μεγαλύτερες ταχύτητες, τότε χρησιμοποιείται ένα κιβώτιο ταχυτήτων για να αυξηθούν οι στροφές του κινητήρα. Σε μερικούς μονοφασικούς φυγοκεντρικούς συμπιεστές, χρησιμοποιούνται ταχύτητες που κυμαίνονται γύρω στις 30000 rpm. Εάν η πίεση κατάθλιψης γίνει πολύ υψηλή ή η πίεση του συμπιεστή γίνει πολύ χαμηλή τότε ο συμπιεστής δεν μπορεί να καλύψει τη διαφορά πίεσης και απλά θα αντλεί. Σε αυτήν την περίπτωση, ο κινητήρας και ο συμπιεστής συνεχίζουν να λειτουργούν, αλλά σταματάει η μετακίνηση του ψυκτικού μέσου από την πλευρά χαμηλής πίεσης προς την πλευρά υψηλής πίεσης του συστήματος και ο συμπιεστής μπορεί να κάνει έναν ισχυρό θόρυβο. Μερικοί από τους φυγοκεντρικούς συμπιεστές είναι ερμητικά στεγανοποιημένοι και μερικοί έχουν άμεση μετάδοση κίνησης (εικόνα 19-13).



ΕΙΚΟΝΑ 19-13: (Α) Ερμητικά στεγανοποιημένος φυγοκεντρικός συμπιεστής συστήματος παγωμένου νερού, (Β) Φυγοκεντρικός συμπιεστής με άμεση μετάδοση κίνησης στον κινητήρα του

Οι ερμητικά κλειστοί συμπιεστές έχουν κινητήρες οι οποίοι ψύχονται από το ψυκτικό μέσο(εικόνα 19-14).



ΕΙΚΟΝΑ 19-14: Ερμητικά κλειστός φυγοκεντρικός συμπιεστής που ψύχεται από το ψυκτικό μέσο

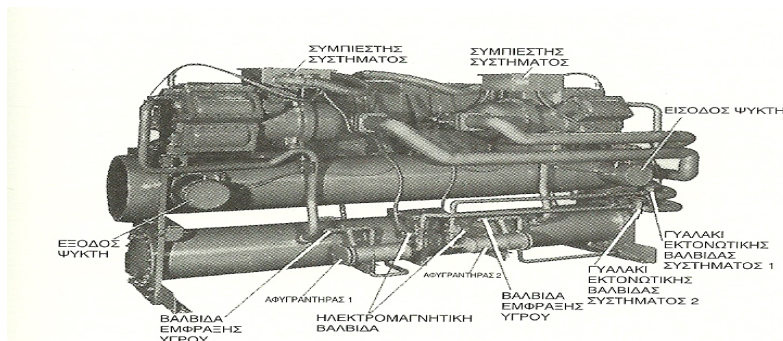
Σε αυτήν την περίπτωση, επιτρέπεται η ροή του υγρού ψυκτικού μέσου γύρω από το περίβλημα του κινητήρα. Τα συστήματα με κινητήρες άμεσης απόδοσης της κίνησης χρησιμοποιούν τον αέρα του χώρου για την ψύξη του κινητήρα. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### 3.14 Εξατμιστές για συστήματα παγωμένου νερού υψηλής πίεσης

Ο εξατμιστής είναι το εξάρτημα που απορροφάει θερμότητα μέσα στο σύστημα. Το υγρό ψυκτικό μέσο βράζει και μετατρέπεται σε ατμό από το νερό που κυκλοφορεί. Στα συστήματα παγωμένου νερού, συνήθως, η επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας κατασκευάζονται από χαλκό. Για κατασκευαστικούς σκοπούς, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλα υλικά, εάν κυκλοφορούν μέσα στο σύστημα διαβρωτικά ρευστά. Στα συνηθισμένα μικρότερα κλιματιστικά συστήματα, ο αέρας έχει πρόσβαση στη μια πλευρά του εναλλάκτη θερμότητας και το υγρό ή το ατμοποιημένο ψυκτικό μέσο στην άλλη πλευρά. Η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα και του ατμοποιημένου ψυκτικού μέσου είναι καλή. Η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του αέρα και του υγρού ψυκτικού μέσου είναι καλύτερη, αλλά η τέλεια εναλλαγή θερμότητας υπάρχει μεταξύ του νερού και του υγρού ψυκτικού μέσου. Σε αυτή την περίπτωση, η επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας μπορεί να είναι μικρότερη, αλλά θα έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι εξατμιστές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα παγωμένου νερού υψηλής πίεσης είναι είτε εξατμιστές άμεσης εκτόνωσης, είτε εξατμιστές εμβαπτιζόμενου τύπου. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### 3.15 Εξατμιστές άμεσης εκτόνωσης

Οι εξατμιστές άμεσης εκτόνωσης είναι επίσης γνωστοί σαν εξατμιστές ξηρού τύπου. Αυτοί οι εξατμιστές έχουν μια σταθερή υπερθέρμανση στην έξοδο τους. Σαν μετρητικό μηχανισμό ελέγχου, αυτοί οι εξατμιστές συνήθως χρησιμοποιούν τη θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα. Οι εξατμιστές άμεσης εκτόνωσης χρησιμοποιούνται για μικρότερα συστήματα παγωμένου νερού, που φτάνουν μέχρι την απόδοση των 150 RT για συστήματα παλαιότερου τύπου ή τους 50 RT για πιο σύγχρονα συστήματα παγωμένου νερού. Στα συστήματα που χρησιμοποιούνται αυτοί οι εξατμιστές, το ψυκτικό μέσο εισάγεται από την άκρη ενός κυλινδρικού υδροθαλάμου, ενώ το νερό εισάγεται πλευρικά από το περίβλημα του (εικόνα 19-15).

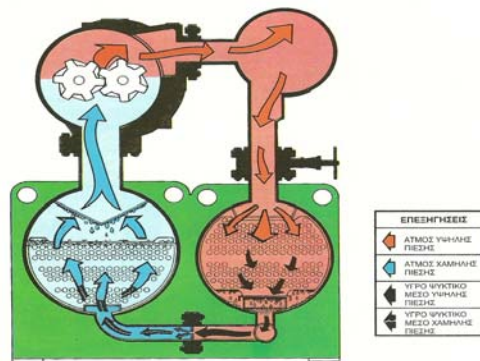


**ΕΙΚΟΝΑ 19-15:** Σύστημα παγωμένου νερού άμεσης εκτόνωσης, με εκτονωτικό μηχανισμό στην αφή του

Το νερό βρίσκεται εξωτερικά των σωλήνων και έρχεται σε επαφή με αυτούς για την καλύτερη δυνατή εναλλαγή θερμότητας. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

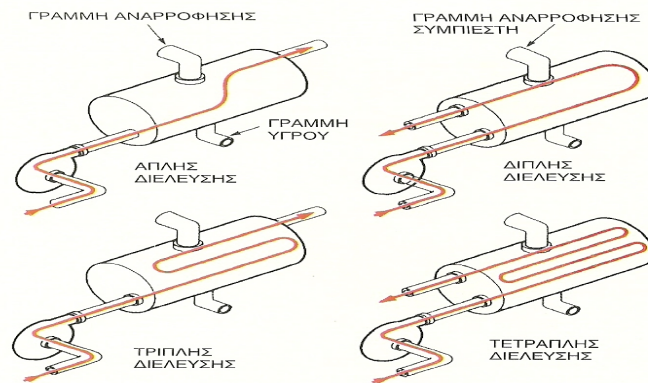
### 3.16 Εξατμιστές εμβαπτιζόμενου τύπου

Στους εξατμιστές αυτούς, το ψυκτικό μέσο εισάγεται από το κάτω μέρος του κυλινδρικού υδροθαλάμου και το νερό κυκλοφορεί μέσα από σωλήνες. Οι εξατμιστές εμβαπτιζόμενου τύπου έχουν το πλεονέκτημα, ότι οι σωλήνες διέλευσης του νερού μπορεί να είναι εξολοκλήρου βυθισμένοι κάτω από το ψυκτικό μέσο, ώστε να υπάρξει η καλύτερη δυνατή εναλλαγή θερμότητας (εικόνα 19-16).



ΕΙΚΟΝΑ 19-16: Νερούλιγες βυθισμένοι κάτω από το ψυκτικό μέσο

Επίσης, οι σωλήνες μπορεί να καθαριστούν με τη χρησιμοποίηση αρκετών διαφορετικών μεθόδων. Οι εξατμιστές εμβαπτιζόμενου τύπου χρησιμοποιούν πολύ περισσότερο ψυκτικό μέσο από τους εξατμιστές άμεσης εκτόνωσης. Όταν το νερό εισέρχεται στην άκρη του συστήματος, περιέχεται μέσα σε υδροκιβώτια. Εάν αυτά τα υδροκιβώτια έχουν κάλυμμα το οποίο μπορεί να αφαιρεθεί, τότε καλείται “ναυτικό υδροκιβώτιο”. Όταν το νερό διέρχεται από ένα σύστημα (Chiller) μιας διόδου, τότε έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό μέσο για μικρό χρονικό διάστημα. Η χρησιμοποίηση της μεθόδου διέλευσης του νερού δύο ή τρεις και τέσσερις φορές, διατηρεί το νερό σε επαφή με το ψυκτικό μέσο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αλλά μπορεί να δημιουργήσει μεγαλύτερη πτώση της πίεσης και μεγαλύτερη ιπποδύναμη άντλησης (εικόνα 19-20).



**ΕΙΚΟΝΑ 19-20:** Συστήματα (chiller) απλής, διπλής, τριπλής και τετραπλής διέλευσης του νερού

Οι συνηθισμένες θερμοκρασίες προγραμματισμού για το νερό είναι 13 °C για το εισερχόμενο νερό και 7 °C για το εξερχόμενο νερό, όταν έχουμε σύστημα διπλής διέλευσης. Το ψυκτικό μέσο απορροφάει θερμότητα από το νερό, οπότε συνήθως είναι 4 °C πιο ψυχρό από το νερό που φεύγει. Αυτή η θερμοκρασία ονομάζεται “θερμοκρασία προσέγγισης”. Η θερμοκρασία προσέγγισης διαφέρει από σύστημα σε σύστημα και εξαρτάται και εξαρτάται από τον αριθμό των διελεύσεων του νερού μέσα από αυτό. Στα συστήματα άμεσης το νερό διέρχεται μόνο μια φορά (απλή διέλευση) και η θερμοκρασία προσέγγισης είναι γύρω στους 5 °C. Στα συστήματα με εξατμιστές τριπλής διέλευσης, θα έχουμε μια θερμοκρασία προσέγγισης γύρω στους 3 °C και στα συστήματα τετραπλής διέλευσης η θερμοκρασία προσέγγισης μπορεί να είναι γύρω στους 2 °C. Δηλαδή για όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα έρχεται σε επαφή το ψυκτικό μέσο με το νερό, τόσο μικρότερη θα είναι η θερμοκρασία προσέγγισης. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### 3.17 Συμπυκνωτές για συστήματα παγωμένου νερού υψηλής πίεσης

Ο συμπυκνωτής είναι το εξάρτημα του συστήματος το οποίο μεταφέρει θερμότητα έξω από το σύστημα. Ο συμπυκνωτής των συστημάτων παγωμένου νερού υψηλής πίεσης, μπορεί να είναι υδρόψυκτος ή αερόψυκτος. Οποιοσδήποτε τύπος συμπυκνωτή και εάν χρησιμοποιηθεί, η θερμότητα θα μεταφερθεί έξω από το σύστημα. Η θερμότητα αυτή που εκλύεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές ή να εκλυθεί στην ατμόσφαιρα.

### 3.18 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές που χρησιμοποιούνται στα παγωμένα συστήματα παγωμένου νερού υψηλής πίεσης, είναι τύπου με περίβλημα και σωληνώσεις, όπου το νερό κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες και το ψυκτικό μέσο γύρω από τους σωλήνες. Το περίβλημα πρέπει να έχει μια πίεση λειτουργίας για την επιτάχυνση του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιείται και η πίεση λειτουργίας της πλευράς του νερού πρέπει να κυμαίνεται από 150 psig έως 300 psig. Το θερμό αέριο κατάθλιψης κανονικά καταθλίβεται στο πάνω μέρος του συμπυκνωτή (εικόνα 19-25). Το ψυκτικό μέσο συμπυκνώνεται, μετατρέπεται σε υγρό και στάζει προς το κάτω μέρος του συμπυκνωτή,

όπου συλλέγεται και οδηγείται στη γραμμή υγρού. Όπως γίνεται στους εξατμιστές, έτσι και στους συμπυκνωτές η εναλλαγή θερμότητας μπορεί να βελτιωθεί με την αύξηση της επιφάνειας των σωληνώσεων που βρίσκεται προς την πλευρά του ψυκτικού μέσου. Η εσωτερική πλευρά σωλήνων του συμπυκνωτή μπορεί επίσης να φέρει αυλάκια, όπως γίνεται και με σωλήνες του εξατμιστή, ώστε να βελτιωθεί η εναλλαγή θερμότητας στην πλευρά του νερού. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### **3.19 Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές**

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές, γενικά κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνες, μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ψυκτικό μέσο και φέρουν εξωτερικά πτερύγια αλουμινίου, ώστε να υπάρχει μια μεγαλύτερη επιφάνεια θερμότητας. Οι σερπαντίνες αυτές τοποθετούνται διαφορετικά από τους διάφορους κατασκευαστές ανάλογα με τους σκοπούς που έχουν προγραμματιστεί να εξυπηρετήσουν. Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές ξεκινούν από μικρό μέγεθος και φθάνουν μέχρι το μέγεθος αρκετών εκατοντάδων ψυκτικών τόνων (RT), περιορίζουν την ανάγκη χρησιμοποίησης ψυκτικών πύργων και τα προβλήματα που παρουσιάζονται από την χρήση του νερού. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### **3.β Απορροφητικά κλιματιστικά συστήματα παγωμένου νερού**

Απορροφητική ψύξη είναι μια διαδικασία η οποία διαφέρει σημαντικά από την διαδικασία ψύξης με συμπίεση γιατί χρησιμοποιεί σαν δύναμη τη θερμότητα αντί έναν συμπιεστή. Η απορροφητική ψύξη μπορεί να θεωρηθεί ελκυστική όταν υπάρχει άφθονη και φθηνή θερμότητα ή όταν η θερμότητα είναι υποπροϊόν μιας άλλης διαδικασίας. Η συμπύκνωση ατμού σε ένα απορροφητικό σύστημα είναι μια φυσική επιλογή για την ψύξη του νερού που χρησιμοποιείται για κλιματισμό. Σε αυτή την περίπτωση, το παγωμένο νερό κλιματισμού μπορεί να έχει χαμηλό κόστος, το οποίο συνήθως περιορίζεται στο κόστος λειτουργίας για άντληση καθώς δεν υπάρχει συμπιεστής. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί φυσικό αέριο, το οποίο είναι φθινό καύσιμο. Ο απορροφητικός ψυκτικός εξοπλισμός λειτουργεί επίσης και σε υποπίεση, ενώ περιέχει ψυκτικά μέσα χωρίς χλωροφθοροάνθρακες. Ο εξοπλισμός ενός απορροφητικού συστήματος μοιάζει περισσότερο με ένα λέβητα, με την διαφορά ότι έχει σωληνώσεις παγωμένου νερού και όχι σωληνώσεις θερμού νερού ή ατμού. Οι μικρές μηχανές θεωρούνται μηχανές τύπου πακέτου, καθώς συναρμολογούνται πλήρως και ελέγχονται στο εργοστάσιο κατασκευής. Ένα τέτοιο σύστημα είναι εξ' ολοκλήρου ενσωματωμένο μέσα σε ένα περίβλημα και η απόδοση του κυμαίνεται από 100 RT έως 1700 RT.

Η θερμοκρασία ατμοποίησης του ψυκτικού μέσου στα συστήματα παγωμένου νερού με κύκλο συμπίεσης ελέγχεται με τον έλεγχο της πίεσης πάνω από το εξατμιζόμενο υγρό. Στον κύκλο συμπίεσης, η πίεση ατμοποίησης ρυθμίζεται και ελέγχεται από το συμπιεστή. Το νερό πρέπει να ατμοποιηθεί στα 6.3 mmHg (0.24 inHg) απόλυτη πίεση ή στα 0.122 psia για την ατμοποίηση του νερού στους 4.5 °C (εικόνα 19-46). Αυτός ο ψυκτικός κύκλος μπορεί να γίνει εκμεταλλεύσιμος με την χρησιμοποίηση ενός συμπιεστή, εκτός και εάν είναι υπερβολικός ο όγκος του ατμού που παράγεται από την ατμοποίηση του νερού. Ο συμπιεστής πρέπει να μετακινεί μεγάλες ποσότητες νερού, προκειμένου το

νερό να ατμοποιηθεί στους 4.5 °C, οπότε μπορεί να παραχθούν και μεγάλες ποσότητες ατμού. Η απορροφητική μηχανή χρησιμοποιεί νερό σαν ψυκτικό μέσο, αλλά δε χρησιμοποιεί συμπιεστή για την δημιουργία διαφοράς πίεσης. Η διαφορά πίεσης δημιουργείται χρησιμοποιώντας την ιδιότητα που έχουν τα αλατικά διαλύματα να τραβούν το νερό και ειδικά κατά την διάρκεια μιας υγρής και ζεστής ημέρας ένας κόκκος αλατιού μπορεί να τραβήξει τόση υγρασία μέχρι να γίνει υγρό. Αυτή η ιδιότητα του αλατιού χρησιμοποιείται στα απορροφητικά ψυκτικά συστήματα για την μείωση της πίεσης του νερού, μέχρι του σημείου που να μπορεί να ατμοποιηθεί (βράσει) σε μια χαμηλή πίεση. Ένας τύπος αλατικού διαλύματος που αποτελείται από άλατα λιθίου και βρωμίου, χρησιμοποιείται σαν απορροφητικό μέσο του νερού. Αυτό το αλατικό διάλυμα συναντάται σε υγρή μορφή και χρησιμοποιείται στα απορροφητικά ψυκτικά συστήματα. Το υγρό διάλυμα αλάτων λιθίου και βρωμίου αραιώνεται με αποσταγμένο νερό. Στην πραγματικότητα, αυτό το διάλυμα αποτελείται κατά 60% από άλατα λιθίου και βρωμίου και κατά 40% από νερό. Ένα απορροφητικός κύκλος μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

1. Το ψυκτικό μέσο (νερό) μετράται από τον μετρητικό μηχανισμό και οδηγείται μέσα στον εξατμιστή. Το νερό μέχρι να περάσει από τον μετρητικό μηχανισμό, (τριχοειδές άνοιγμα) είναι θερμό.

Στο μετρητικό μηχανισμό η πίεση του νερού πέφτει απότομα, αυτή η μείωση της πίεσης προκαλεί και την μείωση της θερμοκρασίας του νερού. Το νερό πέφτει σε ένα δοχείο που είναι τοποθετημένο κάτω από την δέσμη των σωλήνων του εξατμιστή. Μια αντλία κυκλοφορίας ψυκτικού μέσου κυκλοφορεί το νερό δια μέσου ψεκαστήρων, ώστε να ψεκαστεί πάνω στην δέσμη των σωλήνων του εξατμιστή. Το νερό υγραίνει αυτήν τη δέσμη σωλήνων, η οποία διαρρέεται από νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα. Η θερμότητα του νερού του συστήματος ατμοποιεί το ψυκτικό μέσο. Το νερό (ψυκτικό μέσο) ατμοποιείται σταθερά και πρέπει να φτάσει μέχρι το τριχοειδές άνοιγμα που βρίσκεται στο επάνω μέρος του εξατμιστή.

2. Το τμήμα απορρόφησης της απορροφητικής μηχανής, το οποίο αντιστοιχεί στην πλευρά αναρρόφησης του συμπιεστή σε ένα σύστημα με κύκλο συμπίεσης. Το ψεκαζόμενο αλατικό διάλυμα λιθίου-βρωμίου έχει μια έλξη πολύ χαμηλής πίεσης με το ατμοποιημένο νερό, οπότε ο ατμός απορροφάται μέσα στο διάλυμα. Το διάλυμα επανακυκλοφορεί δια μέσου των ψεκαστήρων, ώστε να δημιουργηθεί μεγαλύτερη επιφάνεια στο διάλυμα για να τραβήξει το νερό. Καθώς το διάλυμα απορροφάει το νερό, αραιώνεται με αυτό το νερό. Εάν το νερό που θα απορροφηθεί από το διάλυμα δεν αφαιρεθεί, τότε το διάλυμα θα αραιώσει τόσο πολύ που δεν μπορεί να τραβήξει άλλο νερό, οπότε αυτή η διαδικασία θα σταματήσει. Για τον λόγο αυτό, υπάρχει μια άλλη αντλία, η οποία αφαιρεί σταθερά το διάλυμα και το αντλεί προς τον 'χώρο συγκέντρωσης', για να προχωρήσει η διαδικασία. Το διάλυμα που αντλείται στο μηχανισμό (χώρο) συγκέντρωσης καλείται 'διάλυμα ασθενούς διάλυσης' καθώς περιέχει το νερό που απορρόφησε από τον εξατμιστή
3. Το αραιό διάλυμα αντλείται στο μηχανισμό (χώρο) συγκέντρωσης, όπου ατμοποιείται (βράζει). Με την ατμοποίηση αυτή, το νερό μετατρέπεται σε ατμό, ο οποίος φεύγει από το διάλυμα και έλκεται από τη σερπαντίνα του συμπυκνωτή. Ο



ατμός συμπυκνώνεται και μετατρέπεται σε υγρό, το οποίο συγκεντρώνεται και μετράται δια μέσου του τριχοειδούς ανοίγματος, προκειμένου να οδηγηθεί προς το τμήμα του εξατμιστή. Σε αυτό το παράδειγμα, η πηγή θερμότητας για την ατμοποίηση του διαλύματος, είναι ατμός ή πολύ θερμό νερό. Το διάλυμα συγκεντρώνεται και αποστραγγίζεται προς την περιοχή απορρόφησης, ώστε να επαναληφθεί ο κύκλος.

Η διαδικασία απορρόφησης δεν είναι σύνθετη, τα μόνα κινητά μέρη του συστήματος είναι οι κινητήρες των αντλιών και οι φτερωτές. (κεφ.19 Whitman Johnston Εγκαταστάσεις κλιματισμού)

### 4.1 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 μια ικανοποιητικά μειωμένη τιμή κατά τις περιόδους της μέγιστης κατάληψης.

Για το σκοπό αυτό συνήθως χρησιμοποιείται θερμό νερό ανακύκλωσης από τους από τους συμπυκνωτές (στην περίπτωση υδρόψυκτων ψυκτικών μονάδων) ή μπορεί να δημιουργηθεί μια παράκαμψη του θερμού ψυκτικού αερίου από την κατάθλιψη των συμπιεστών. Άλλες τεχνικές επέμβασης συνίστανται σε μια μερική παράκαμψη της μονάδας ψύξης εκ μέρους του προς επεξεργασία αέρα. Συνίσταται 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 διείσδυσης σωματιδίων σκόνης μέσα σε υφάσματα, διακοσμήσεις κλπ μειώνοντας όχι μόνο τις εργασίες καθαρισμού αλλά κάνοντας τες και λιγότερο καταστρεπτικές για υφάσματα και διακοσμήσεις.

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 μια 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. Όλες όμως οι εγκαταστάσεις έχουν μηχανήματα που χρειάζονται για να επιτύχουν των σκοπό λειτουργίας τους και στο τέλος του κεφαλαίου υπάρχει η πίνακας των μηχανημάτων με των εγκαταστάσεων (σελ.525 Briganti)

### 4.2 Εφαρμογές των εγκαταστάσεων σε μουσεία

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες μουσείων σε σχέση με τον προορισμό τους: τα κλασικά λεγόμενα μουσεία, που προορίζονται για την διατήρηση ανθρωπίνων δημιουργημάτων, έργων τέχνης, ευρημάτων ποικίλης φύσεως κλπ και ο άλλος τύπος πολύ πιο πρόσφατος του οποίου ο σκοπός είναι να επιτρέψει μια ευρεία αμφίδρομη σχέση ανάμεσα στο κοινό και σε επιστημονικά πειράματα, την απόδειξη βασικών νόμων κλπ με τη βοήθεια συσκευών και συστημάτων.

Τα τελευταία είναι η έκφραση μιας πιο μοντέρνας προσέγγισης προς την επιστημονική και τεχνική πληροφόρηση.

Μια ξεχωριστή θέση σε αυτή την υποδιαίρεση 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 την διατήρηση έργων που δεν εκτίθενται, αποθήκες φόρτωσης και εκφόρτωσης μιας και υπάρχουν συχνές ανταλλαγές έργων και συλλόγων 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 μια εφαρμογή. Στις αίθουσες έκθεσης οι θερμογρομετρικές 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 ακρόασεων, εστιατόρια) απαιτούν ένα συνήθη κλιματισμό άνεσης. Στα μνημειακά κτίρια, που στερούνται εγκαταστάσεων επεξεργασίας, έργα και τοιχογραφίες υφίσταται 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. (κεφ. 30 Briganti)

### Συνθήκες διατήρησης

Η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο φωτισμός και η ποιότητα του αέρα αποτελούν τους πιο κρίσιμους παράγοντες για την διατήρηση έργων και δημιουργημάτων. Μια υψηλή θερμοκρασία επιταχύνει τις θερμοχημικές αντιδράσεις οξειδωσης στα οργανικά υλικά (χαρτί, υφάσματα, δέρμα). Χαμηλές τιμές σχετικής υγρασίας προκαλούν τη συστολή των οργανικών υλικών πχ ρωγμές στο ξύλο, αποξήρανση και κίτρινισμός χαρτιού και υφάσματος.

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 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 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 την 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. 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 μια έρευνα λύσεων που θα μπορούν να εξασφαλίσουν ταυτόχρονα μια πιο ομοιόμορφη διάχυση του αέρα καθώς και την ικανότητα εισαγωγής στο χώρο από αισθητικής πλευράς. Μια απαίτηση που πρέπει να

ληφθεί υπόψη είναι των όγκων του εξωτερικού αέρα, που απαιτούνται για τον αερισμό και την ανανέωση του αέρα του περιβάλλοντος.

Για τον σκοπό αυτό απαιτούνται μερικές φορές ανοίγματα μεγάλου εύρους που είναι δύσκολο να καλυφθούν. Όλα τα μουσειακά κτίρια έχουν το πρόβλημα της ενεργειακής κατανάλωσης που οφείλεται στις εγκαταστάσεις κλιματισμού και φωτισμού αλλά με τη χρήση συστημάτων διαχείρισης της ενέργειας με υπολογιστές έχουμε μείωση της κατανάλωσης(κεφ.30 Briganti)

#### **4.3 Εγκαταστάσεις για κέντρα υπολογιστών**

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) και για αυτό είναι πιο σωστό να μιλάμε για ψύξη επεξεργασίας αντί για κλιματισμό. Ο χώρος των υπολογιστών απαιτεί την ικανοποίηση τριών βασικών συνθηκών:

1. Διατήρηση των θερμουδρομετρικών 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. (κεφ.30 Briganti)

#### **4.4 Εγκαταστάσεις στα θέατρα**

Τα θέατρα διαφέρουν σημαντικά, όσον αφορά τη δομική πλευρά αλλά και την 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 επιλύθουν. 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 στον κτίριο. Σε καμία άλλη περίπτωση οι τεχνικές απαιτήσεις δεν είναι τόσο πιεστικές όσο στους θεατρικούς χώρους.

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. Επειδή το φορτίο αερισμού αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του συνόλου είναι συχνά σκόπιμο να διατηρείται η κύρια αίθουσα σε ελαφρά υπερπίεση σε σχέση με

τους βοηθητικούς χώρους. 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 υδραργύρου.

Το φορτίο ακτινοβολίας που οφείλεται στην οροφή και τους τοίχους είναι επίσης μειωμένο, 33% περίπου για τον λόγο ότι οι ώρες χρήσης του θεάτρου σπάνια συμπίπτει με την μέγιστη ακτινοβολία του ηλίου και την μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία. Στην συμβολή του φορτίου ακτινοβολίας συμβάλλει και το είδος της κατασκευής από βαρία υλικά για τα κτίρια εποχής και από αδιαφανείς πλάκες για τα μοντέρνα κτίρια. Το θερμικό φορτίο καθορίζεται λοιπόν με βάση των 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 μεταβολές ανάμεσα στη χειμερινή και την θερινή 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. (κεφ.30 Briganti)

#### **4.5 Εγκαταστάσεις στα Πλοία**

Με την συγκεκριμένη κλιματική άνεση ενός δωματίου, η πλειοψηφία των επιβατών και του πληρώματος μπορούν με ασφάλεια και άνεση να εκτέλεσουν μια δραστηριότητα για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, που σημαίνει ότι κάθε καμπίνα επιβατών θα κλιματίζονται από ένα διπλό αγωγό συστήματος κλιματισμού υψηλής ταχύτητας. Ο αέρας θα φιλτράρετε, προθερμαίνεται/ψύχεται από ένα σύστημα επανάκτησης της ενθαλπίας και από ένα προθερμαμένο/ψυχώμενο πήνιο (coil), ο ζεστός αέρας του αγωγού θα επαναθερμαίνεται στην κατάλληλη θερμοκρασία.

Ο αέρας θα κατανέμεται στις καμπίνες με την βοήθεια με την βοήθεια των διπλών αεραγωγών και ελέγχεται από σχετικό ηλεκτρονικό θερμοστάτη για την εξοικονόμηση ενέργειας. Στους χώρους συγκέντρωσης των επιβατών όπως εστιατόρια, χώρους διασκέδασεις, πισίνες κτλ, η θερμοκρασία του χώρου ελέγχεται από αισθητήρες που βρίσκονται στην εξαγωγή του αέρα. Στο παράρτημα υπάρχουν φωτογραφίες των εξαρτημάτων των εγκαταστάσεων μετα από επίσκεψή σε επιβατηγά πλοία στον Πειραιά και στην Πάτρα. Επίσης υπάρχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης του SuperFast, όπως επίσης και υπολογισμός μελέτης κλιματισμού εμπορικού πλοίου για τον λόγο ότι υπήρχε ευκολότερη πρόσβαση στην πληροφόρηση και στην παροχή σχεδίων από ναυτιλιακή εταιρία

Όλες οι παραπάνω εγκαταστάσεις αποτελούνται απο μηχανήματα όπως έχουν αναλυθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο και τα κατηγοροποιούνται παρακάτω:

no	Μηχανήματα	Πλοία	Θέατρα	Μουσεία	Συνεδρειακά κέντρα	Νοσοκομεία	Computer Room
1	Air Handling Units	✓	✓	✓	✓	✓	
	Dampers on air intake and air discharge	✓	✓		✓	✓	
	Fan	✓		✓		✓	
	Cooling and pre-heating coil	✓		✓		✓	
	Reheating coil	✓		✓		✓	
	Panels	✓				✓	
	Water trap	✓				✓	
	Filters	✓	✓	✓	✓	✓	
	Drop separator	✓				✓	
	Enthalpy recovery unit	✓		✓		✓	
2	Fans	✓	✓	✓	✓	✓	
	Axial fans	✓		✓		✓	
	Centrifugal fans	✓		✓		✓	
3	Fan coils	✓				✓	
	Type RCV-RCO	✓					
	Type VH	✓				✓	
4	Duct Re-heaters	✓	✓		✓	✓	
5	Duct Terminal units	✓	✓	✓	✓	✓	
6	Grids and diffusers	✓	✓	✓	✓	✓	
7	Outside air inlet and outlet devices	✓		✓		✓	
8	Fire/Co2 Dampers	✓	✓	✓	✓	✓	
9	Shut off dampers	✓				✓	
10	Ducting	✓	✓	✓	✓	✓	
11	Insulation	✓				✓	
12	Heat Exchangers	✓		✓		✓	
13	Chiller Units	✓	✓	✓	✓	✓	
14	Control System	✓		✓		✓	
	Sensor (flow rate, temperature, pressure, humidity)	✓	✓	✓	✓	✓	
	Actuators and valves	✓		✓		✓	
	Main controller	✓		✓		✓	
	Operator Interface	✓		✓		✓	
15	Dhumidifier			✓			
16	Hydronic piping			✓			
17	Boiler			✓		✓	
18	Packaged Air Condition Unit	✓					✓
19	Humidifier		✓		✓		
20	Cooling Tower		✓	✓	✓	✓	
21	VAV Boxes					✓	

## 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε μια πρόταση βελτίωσης του κλιματισμού ειδικών χώρων και κυρίως της εγκατάστασης των πλοίων, μέσο του τρόπου υπολογισμού του φορτίου ενός εμπορικού πλοίου και τη σύγκριση του με μια υπάρχουσα. Να βρεθεί η ομοιότητα και η διαφορά και να προτείνει ένα τρόπο βελτιώσεις.

### 5.1 Πληροφορίες

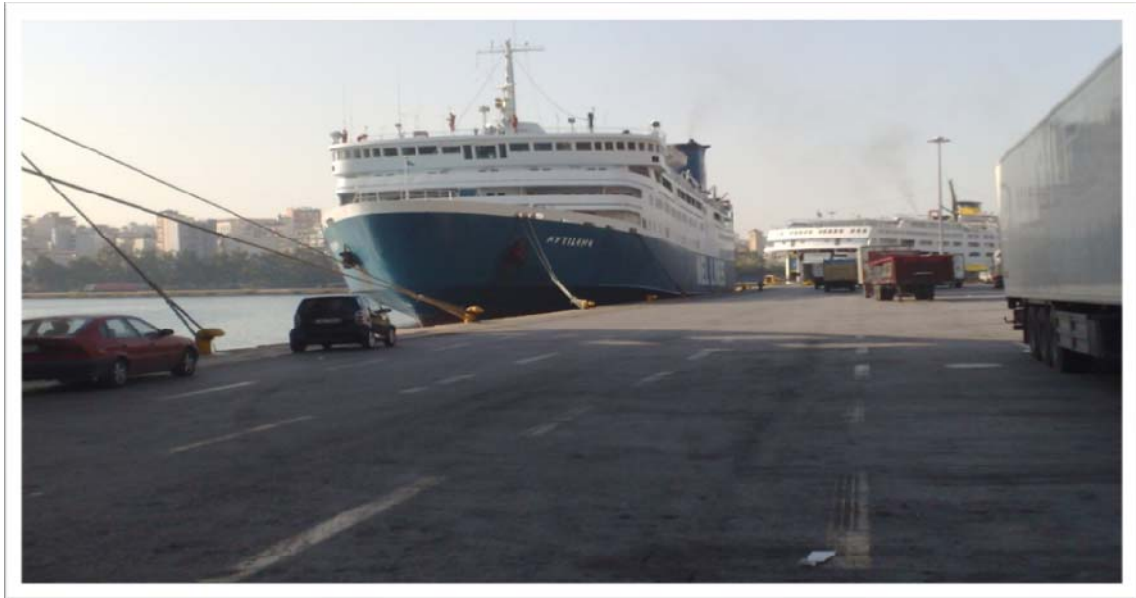
Για τον υπολογισμό του φορτίου του πλοίου χρησιμοποιήθηκε το βιβλίο κλιματισμού Β.Η Σελλούντος Θέρμανση-Κλιματισμός που περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά και στοιχεία σχετικά για την μελέτη σε χώρους. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία με τα χαρακτηριστικά και συνθήκες από την μελέτη κλιματισμού εμπορικού πλοίου που βρίσκονται στο παράρτημα. Επίσης στο παράρτημα της εργασίας παρατείνονται φωτογραφίες από χώρους μηχανοστασίων/κλιματοστασίων επιβατηγών πλοίων για την σωστή κατανόηση σε πραγματικές συνθήκες.

Ακόμα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι ο μελετητής της εργασίας έπρεπε να παρεβρεθεί στους χώρους εγκαταστάσεώς των πλοίων για το Ε/Γ Μυτιλήνη στον λιμένα του Πειραιά και για το Ε/Γ Superfast XI στον λιμένα Πατρών.

### 5.2 Παρατηρήσεις

## Παράρτημα

Ε/Γ – Ο/Γ Μυτιλήνη



Μονάδα του συμπιεστή





Στην πάνω φωτογραφία η αντλία ψύξεως και στην κάτω το ψυγείο Θαλάσσης

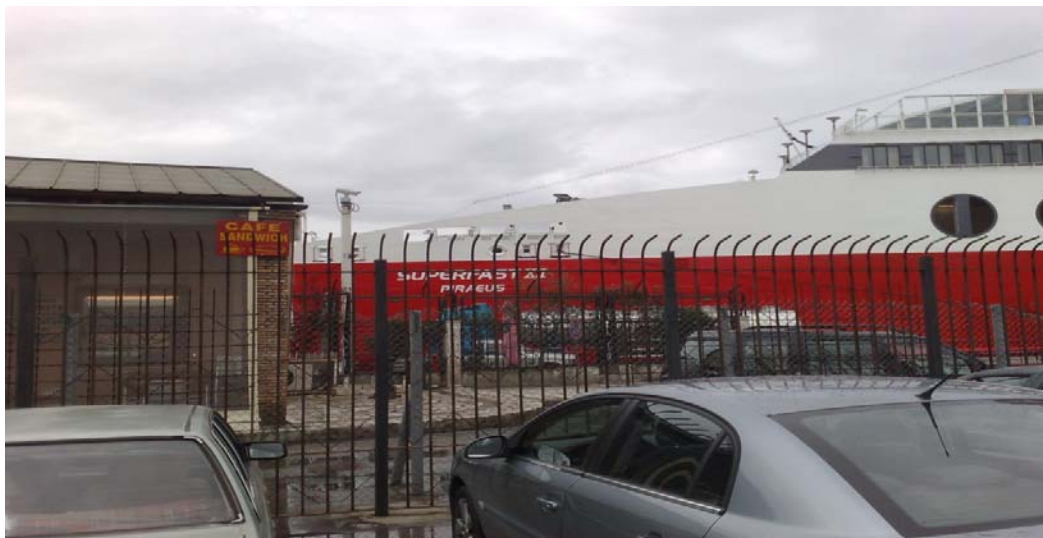


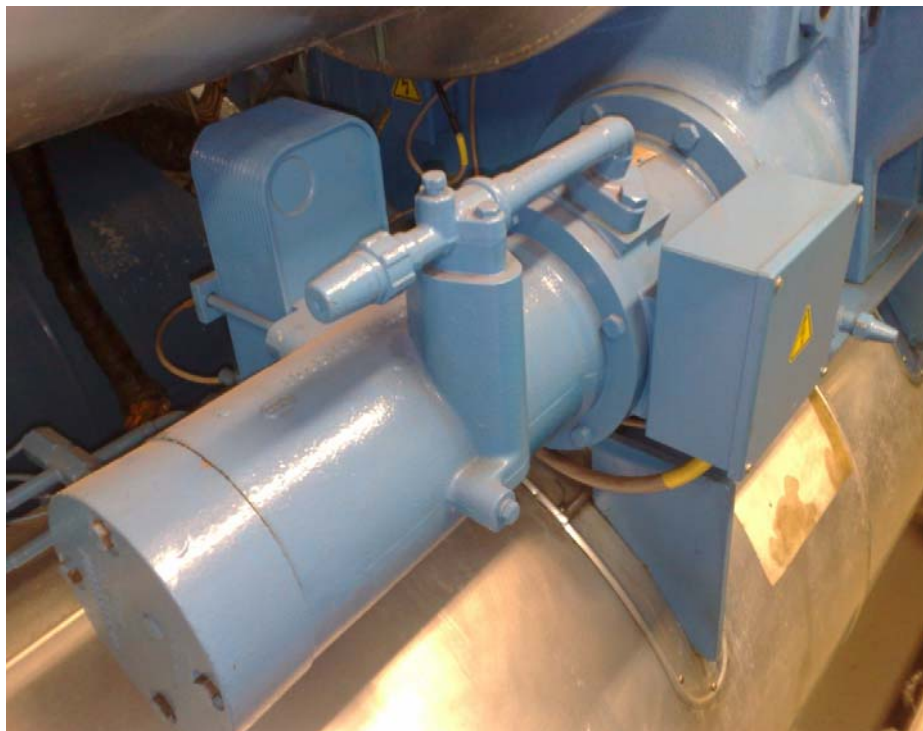


Στην πάνω φωτογραφία, ρυθμιστής αέρα. Στην κάτω, φωτογραφία μονάδα επεξεργασίας αέρα



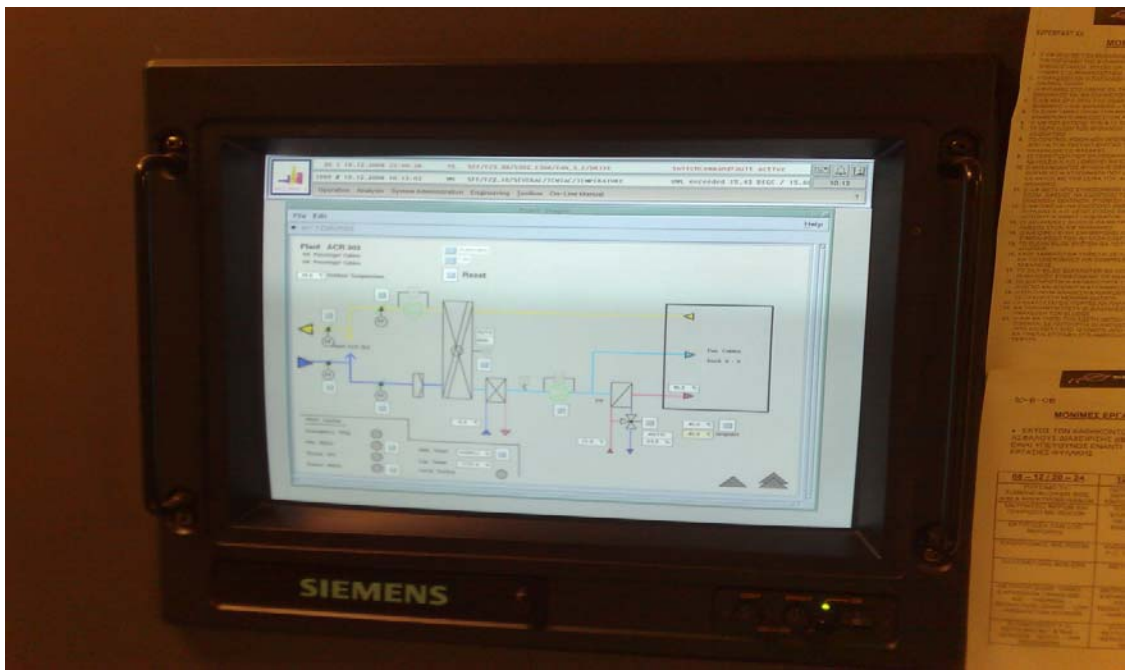
Ε/Γ – Ο/Γ Superfast XI







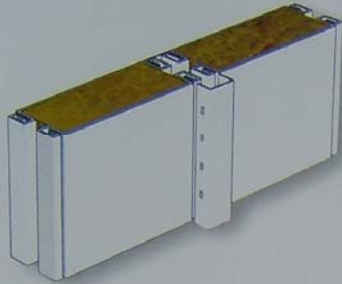




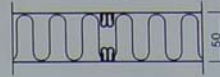


### C型复合岩棉板

#### Type C Composite Rock Wool Panel



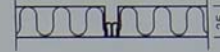
Type JCP-B1



Type JCP-L1



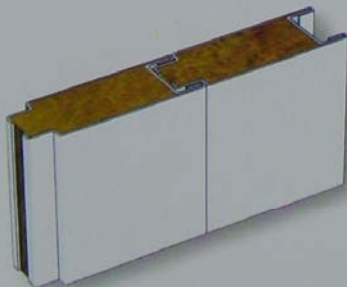
Type JCP-L2



型号	Type	JCP-B1	JCP-L1	JCP-L2	
防火级别	Fire class	B-15	B-15	B-0	
尺寸	Dimension	600/550mm width, Required length (Max.3600mm Height) 宽度 600/550mm 高度可选(最高 3600mm)			
重量	Weight	18.1kg/m <sup>2</sup>	15.9kg/m <sup>2</sup>	15.2kg/m <sup>2</sup>	
隔声量	Sound reduction	33dB(A)	31dB(A)	30dB(A)	
导热系数	Thermal transmittance	0.52 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.96 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	1.06 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated(low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板(PVC/PET 低烟焰)			
公差	Tolerances	Width <sup>0</sup> , Height ± 3, Thickness <sup>0</sup>		宽度 <sup>0</sup> , 高度 ± 3, 厚度 <sup>0</sup>	
芯材	Core material	Rock Wool	Rock Wool	Rock Wool	

### A型复合岩棉板

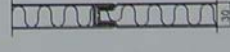
#### Type A Composite Rock Wool Panel



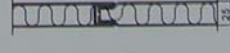
Type JCP-B3



Type JCP-L3



Type JCP-L5

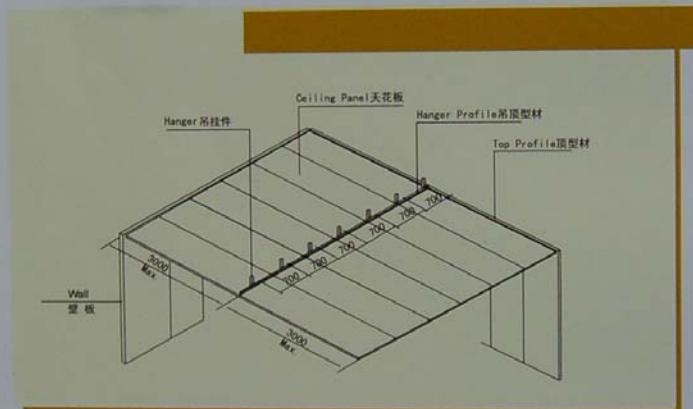


型号	Type	JCP-B3	JCP-L3	JCP-L5	
防火级别	Fire class	B-30/15	B-15	B-0	
尺寸	Dimension	600/550mm width, Required length (Max.3600mm Height) 宽度 600/550mm 高度可选(最高 3600mm)			
重量	Weight	18.4kg/m <sup>2</sup>	16.3kg/m <sup>2</sup>	15.6kg/m <sup>2</sup>	
隔声量	Sound reduction	33dB(A)	31dB(A)	30dB(A)	
导热系数	Thermal transmittance	0.56 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.98Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	1.12 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated(low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板(PVC/PET 低烟焰)			
公差	Tolerances	Width <sup>0</sup> , Height ± 3, Thickness <sup>0</sup>		宽度 <sup>0</sup> , 高度 ± 3, 厚度 <sup>0</sup>	
芯材	Core material	Rock Wool	Rock Wool	Rock Wool	





**连续式A型复合岩棉天花板**  
Type A Continuous Composite Rock Wool Ceiling

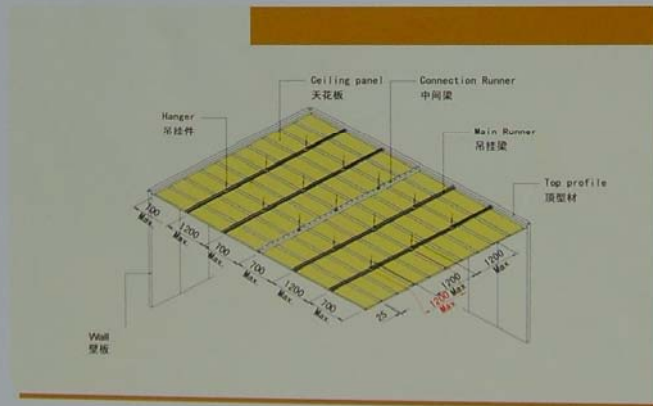
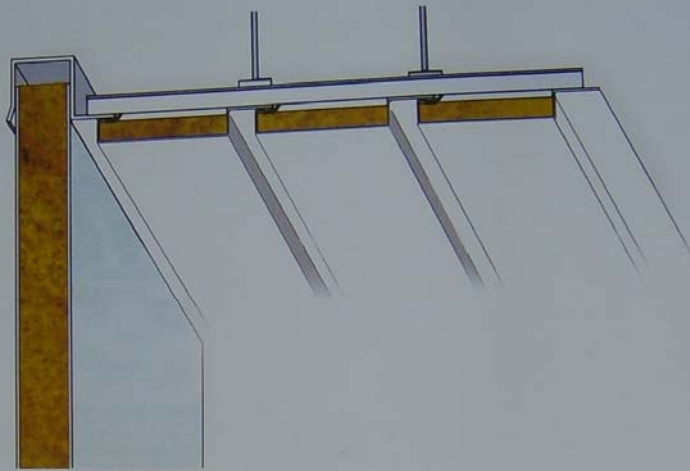


型号	Type	JCP-C2	JCP-C3	JCP-C4(Acoustic ceiling)	JCP-C8/C8A/C8B
防火级别	Fire class	B-15	B-0	B-15	B-15
尺寸	Dimension	600/550mm width, Required length (Max. 3000mm Length) 宽度 600/550mm 长度可选(最长 3000mm)			
重量	Weight	16.2kg/m <sup>2</sup>	15.6kg/m <sup>2</sup>	14.8kg/m <sup>2</sup>	18.6kg/m <sup>2</sup>
隔声量	Sound reduction	31dB(A)	30dB(A)	30dB(A)	32dB(A)
导热系数	Thermal transmittance	0.98 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	1.12Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.86Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.56Kcal/m <sup>2</sup> h · °C
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated(low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板(PVC/PET 低播焰)			
公差	Tolerances	Width $\uparrow$ , Height $\pm$ 3, Thickness $\uparrow$ 宽度 $\uparrow$ , 高度 $\pm$ 3, 厚度 $\uparrow$			
芯材	Core material	Rock Wool	Rock Wool	Rock Wool	Rock Wool



**海陆装饰**  
HAILU DECORATIVE

**留缝式D型复合岩棉天花板**  
Cockle Type D Composite Rock Wool Ceiling



型号	Type	JCP-C6	JCP-C6
防火级别	Fire class	B-0	B-15
尺寸	Dimension	300mm width, Required length (Max. 6000mm Length) 宽度 300mm 长度可选(最长 6000mm)	
重量	Weight	9.7kg/m <sup>2</sup>	11.7kg/m <sup>2</sup>
隔声量	Sound reduction	26dB(A)	30dB(A)
导热系数	Thermal transmittance	1.33 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.62Kcal/m <sup>2</sup> h · °C
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated (low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板(PVC/PET 低播焰)	
公差	Tolerances	Width $\pm$ 3, Height $\pm$ 3, Thickness $\pm$ 1	
芯材	Core material	Rock Wool	Rock Wool

### 连续式工型复合岩棉天花板

Type I Continuous Composite Rock Wool Ceiling

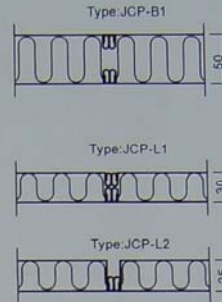
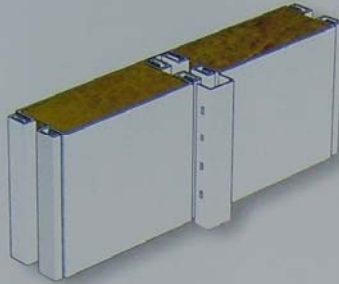


型号	Type	JCP-C5	
防火级别	Fire class	B-0	
尺寸	Dimension	275mm width, Required length (Max. 3000mm Length) 宽度 275mm 长度可选(最长 3000mm)	
重量	Weight	9.6kg/m <sup>2</sup>	
隔声量	Sound reduction	26dB(Δ)	
导热系数	Thermal transmittance	1.12 Kcal/m <sup>2</sup> h·°C	
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated (low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板 (PVC/PET 低烟焰)	
公差	Tolerances	Width: ± 3, Height: ± 3, Thickness: ± 1	
芯材	Core material	Rock Wool	宽度: ± 3, 高度: ± 3, 厚度: ± 1



### C型复合岩棉板

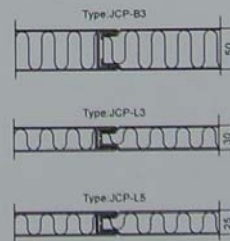
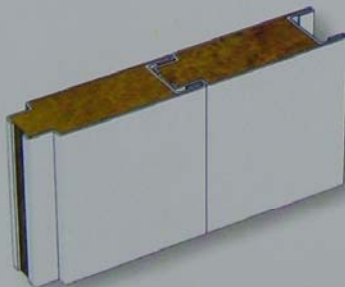
#### Type C Composite Rock Wool Panel



型号	Type	JCP-B1	JCP-L1	JCP-L2	
防火级别	Fire class	B-15	B-15	B-0	
尺寸	Dimension	600/550mm width, Required length (Max.3600mm Height) 宽度 600/550mm 高度可选(最高 3600mm)			
重量	Weight	18.1kg/m <sup>2</sup>	15.9kg/m <sup>2</sup>	15.2kg/m <sup>2</sup>	
隔声量	Sound reduction	33dB(A)	31dB(A)	30dB(A)	
导热系数	Thermal transmittance	0.52 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.96 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	1.06 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated(low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板(PVC/PET 低烟焰)			
公差	Tolerances	Width <sup>±</sup> , Height ± 3, Thickness <sup>±</sup> 宽度 <sup>±</sup> , 高度 ± 3, 厚度 <sup>±</sup>			
芯材	Core material	Rock Wool	Rock Wool	Rock Wool	

### A型复合岩棉板

#### Type A Composite Rock Wool Panel



型号	Type	JCP-B3	JCP-L3	JCP-L5	
防火级别	Fire class	B-30/15	B-15	B-0	
尺寸	Dimension	600/550mm width, Required length (Max.3600mm Height) 宽度 600/550mm 高度可选(最高 3600mm)			
重量	Weight	18.4kg/m <sup>2</sup>	16.3kg/m <sup>2</sup>	15.6kg/m <sup>2</sup>	
隔声量	Sound reduction	33dB(A)	31dB(A)	30dB(A)	
导热系数	Thermal transmittance	0.56 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	0.98Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	1.12 Kcal/m <sup>2</sup> h · °C	
面材	Surface finish	PVC/PET film Laminated(low flame-spread) or galvanized Steel sheet 贴 PVC/PET 钢板或镀锌板(PVC/PET 低烟焰)			
公差	Tolerances	Width <sup>±</sup> , Height ± 3, Thickness <sup>±</sup> 宽度 <sup>±</sup> , 高度 ± 3, 厚度 <sup>±</sup>			
芯材	Core material	Rock Wool	Rock Wool	Rock Wool	



**SUPERFAST FERRIES**  
**SUPERFAST XII**

*HVAC System*  
**GENERAL DESCRIPTION**



## **SUMMARY**

- 1) CLASSIFICATION, RULES AND CERTIFICATES
- 2) AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM DESIGN CONDITIONS
- 3) AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM PHYLOSOPHY AND DESCRIPTION
- 4) AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM COMPONENTS AND MATERIALS



HULL 6073-74 *SUPERFAST FERRIES – SUPERFAST XII*

HVAC System  
General description

## 1) CLASSIFICATION, RULES, REGULATION AND REQUIREMENTS

The development of the HVAC system will be performed according to here under rules and regulations:

- a) American Bureau of Shipping
- b) FLAG STATE – National Rules and Regulation of Greece
- c) U.S. Public Health Requirements (Foreign Flag Vessel), including Requirements of “Guide to Ships Sanitation” published by W.H.O. Geneva, NSF standards, DISSC requirements, and USPH “Vessel Sanitation Program Operation Manual”, August 1989.
- d) SOLAS – International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 – Consolidated Edition 1997 – Solas Regional Agreement (Stockholm Agreement).
- e) ISO standard, unless otherwise referred
- f) USCG Rules and Regulations for Foreign Flag vessels Operating in US waters.
- g) Owner Requirements by specification March 2000 prepared by SFF are fulfilled



## 2) DESIGN CONDITIONS

### 2.1) Design data

The basic air conditioning systems are designed to comply with the following requirements:

#### Thermohygrometrical Conditions

	Outside	Inside
Winter	minus 15°C	22°C and max 40%, min 30% R.H.
Summer	35°C and 70% R.H.	26°C and 50% R.H.
Sea Water Temp.	Max +32°C - Min +2°C	

Galley and Laundry air conditioning systems are designed to comply with the following requirements :

#### Primary Conditions:

	Outside	Inside
Winter	minus 15°C	20°C
Summer	35°C and 70% R.H.	below outside temp.: 10°C Galley (but not lower than +20°C)

Tolerances:	temperature $\pm 1^{\circ}\text{C}$ humidity $\pm 5\%$
Chilled water cooling range	5 to 11°C
Re-heat water temperature	80 to 60°C





## 2.2) Inputs Data for Thermal Calculations

Thermal calculations are developed in accordance to ISO 7547 occupancy and heat load dissipations are taken by final datas.

## 2.3) Fresh air quantities

- Passenger and crew cabins: 100% of total air flow
- Public Rooms: 100% of total air flow

Fresh air quantities are verified in order to guarantee in any case min 25 cm/h per person.



### 3) AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM PHYLOSOPHY AND DESCRIPTION

#### 3.1) Passenger/Officers/Crew Cabins

Type	Dual duct with enthalpy recovery system
Fresh air	100% fresh air

Each cabin will be conditioned by means of dual duct, high velocity type AC System.

Air will be filtered, pre-heated/cooled by enthalpy recovery system and by pre-heating/cooling coil; warm air duct will be re-heated to suitable temperature.

Air will be distributed to cabins by means of dual duct terminal units automatic controlled by relevant electronic thermostat; for energy saving, terminal units are equipped with an adequate system capable to reduce cold air flow before opening warm air inlet.

Exhaust air will be partly provided in the toilet and partly will transfer from cabin to passageway.

#### 3.2) Air-Conditioning System for Public Spaces

Type	single duct system, low velocity type
Fresh air	100% with enthalpy recovery system

The room temperature is controlled by temperature sensors installed on exhaust ducts. Air flow of supply and exhaust fans is automatically adjusted by a frequency controller (where number of zones is two or less) to fit the actual thermal load: if the room temperature controlled by V.A.V. system is not sufficient, re-heating coil control will increase the temperature of supply air.

Frequency converters (where applied) will be installed combining the operations of supply fan and exhaust fan, which means that one inverter will control the revolutions of two fan motors.

The air diffusion in the room is assured through perforations and slots executed in the ceiling without using diffusers (rain distribution). A low speed (to be defined during the phase of studies) is imperative in order to avoid negative air effects to the occupants.

Public toilets adjacent to public rooms have air conditioning supply of 10 changes per hour and exhaust air of 15 changes per hour.

Crew public spaces will be single duct system of the constant air volume type



## 3.3) Stairways

Type	single duct system
Fresh air	100%

Separate Air Conditioning and AC Units, according to rules and regulations.

## 3.4) Hospital

Type	Dual duct system
Fresh air	100%

The Exhaust air is achieved by a separate exhaust fan which discharge directly to atmosphere.  
The hospital area is maintained under slight negative pressure.

## 3.5) Galley

Type	single duct system
Fresh air	100%
Two speed motors	included

During summer season, the air is supplied in the served rooms at a temperature of 10 °C (galley) below outside, but not less than 20°C.

During winter season, the air is supplied in the served rooms at a temperature of 20°C.  
Supply and exhaust fans dual speed will be controlled by a day-time program.



### 3.6) Technical Spaces

Each of these rooms is equipped with one Fan Coil unit, in order to dissipate the heat load emitted by relevant inside equipment, according to the following, in order to maintain max 45°C in the spaces for the electronic apparatuses, unless otherwise indicated:

- Elevator trunks 27°C
- Switchboard room Fw dk 4
- Bow thruster
- Stern thruster
- El. Switchboard
- UPS dk 10
- Electric Equipments
- Em. Close/Stop dk 3
- Hydr. Eq. Room dk 4
- Deck and Engine Room Workshops
- Changing Room dk 2
- Cargo Office dk 3 (Inside Temperature 26 °C)



### 3.7) Self contained system for machinery spaces air conditioning

#### Design conditions:

- Engine Control Room 26°C - 50% R.H. (about)
- Main Switchboard Room 26°C

### 3.8) E.C.R. – Main switchboard rooms

- Type single duct system
- Fresh air 100 mc/h (about)

The room temperature is controlled by a thermostat acting a solenoid valve on freon line.

Each one of a.m. spaces will be equipped with a local AC unit provided with two direct expansion cooling coils and two centrifugal fans (one in stand-by operation) connected to relevant condensing unit, using R134a type refrigerant.

Each condensing unit will be equipped with two hermetic scroll compressor units and two condensers fed by LT fresh cooling water system from auxiliaries.



### 3.9) Ventilation of cargo spaces.

Mechanical ventilation of car deck will be dimensioned according to rules and for 20 air changes per hour in harbour (stopped 1 hour) and in loading conditions (i.e. with open stern ramp and internal ramp covers) and 10 air changes per hour during navigation.

For philosophy, principle diagrams, positioning of axial fans/silencers/dampers, please refer to the attached data sheets.

Fans will be of the non sparking type and motors Exd-T3 according to rules.

### 3.10) Ventilation in main and auxiliary engines spaces

Ventilation of the Engine Spaces will be arranged in such a way that temperature raise between inlet and outlet will be max. 12 °C with ambient atmosphere air temperature +35°C.

Calculation will be done according to ISO 8861.

Combustion air for Main Engines, Auxiliary Engines and boilers will be calculated at 100% of power output.

Engine Room and Auxiliary Engine Room will be equipped with axial fans in the number, capacity and requirements, according to final calculations.

The following other spaces will be equipped with centrifugal or axial fans.

### 3.11) Ventilation of other machinery space

The following spaces will be equipped with centrifugal or axial fans:

3.12) Cooling and heating capacity

## 3.12.1) Cooling capacity

Total load required by AC plant	2.500 kW
Simultaneous load required by AC plant (contemporary factor = 0,92)	2.300 kW
Cooling power to be installed	
n. 3 chiller units each 50% total capacity	3.750 kW
n. 2 running units	2.500 kW
n. 1 as a stand-by unit	1.250 kW

## 3.12.2) Heating capacity

Total heating load required by AC plant	kW 1.402,8
a) Heat capacity to be installed on heat exchangers so subdivided:	kW 1.310
- n. 2 heat exchangers for pre-heating	(one stand by) kW 850
- n. 2 heat exchangers for re-heating	(one stand by) kW 460



#### 4) AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM COMPONENTS AND MATERIALS

##### 4.1) Air Handling units

Each unit will be delivered complete of:

- dampers on air intake and air discharge
- electric motors
- cooling and heating coils
- fans
- enthalpy recovery system by rotary heat exchanger only for A.H.U.'s serving the spaces indicated on the technical specification
- base frame
- resilient supports
- fans flexible connections
- fans inspection windows
- recovery wheel inspection window
- re-heating coil, where necessary





#### 4.1.1) Materials

- Dampers: stainless steel AISI 304

##### Cooling and pre-heating coils:

- tubes: copper
- fins: copper
- collectors: steel painted having connections with threaded flanges
- frame: stainless steel AISI 316L

##### Reheating coil:

- tubes: copper
- fins: copper
- collectors: steel painted having connections with threaded flanges
- frame: stainless steel AISI 316L



## Fans (belt driven type):

- impeller: backward blades impeller made of carbon steel and painted A1 cycle standard
- casing: foot, nozzle, scroll complete of plug and inspection door made of hot galvanized steel
- shaft : single rigger shaft for double inlet models made of stainless steel AISI 304
- flexible connection: made of self-extinguish coat
- screws: made of galvanized painted A1 cycle standard carbon steel
- antivibration mountings: made of rubber, cone type
- Base frame: 30/10 mm thickness galvanized steel - 120 mm high black painted
- Self-standing structure: made of stainless steel AISI 316L profiles T6 - 43 mm fiberglass angles - 43 mm. std.
- Panels: made with approved foam 60 kg/m<sup>3</sup> density, inside/outside sheet of stainless steel AISI 316L thickness 0,8 mm total thickness 25 mm.
- Inside walls: made of stainless steel AISI 316L, thickness 1,5 mm
- Water trap: made of stainless steel AISI 316L, thickness 1,5 mm with central discharge Ø Dn 40 (Ø 1" ½ gas)
- Filters: intake and exhaust air bag filters, F5 efficiency with frame structure made of stainless steel AISI 316L and bag filters frame in galvanized steel
- Drop separator: if forecasted: 2 pleats type made of stainless steel AISI 316L with fins made of polypropylene (PP)
- Enthalpy heat recovery unit: made of anodized anticorrosive frame with wheel having removable sections made of hygroscopic aluminium alloy suitable for marine applications - efficiency 70% - frame in stainless steel AISI 316L

## Outside and recirculating :

- air damper: opposed external movement  
frame made of AISI 304 with motorized control when required



#### 4.2) Fans (other than the ones inside AHU'S)

##### 4.2.1) Centrifugal Fans

Direct drive realized with galvanized steel casing and wheel, painted steel base frame and equipped with resilient mounts and flexible duct connections.  
For Battery Room and Paint Store fan will be of the non sparking type.

##### 4.2.2) Axial Fans

Casing: Hot galvanized steel  
Blades: Aluminium

For car deck ventilation they will be non sparking type.

#### 4.3) Fan Coils

##### 4.3.1) Type RCV-RCO

- frame	anodized aluminium marine type
- fans	galvanized steel, external rotor type motor, 230V-1-60Hz.
- cover	galvanized and pre-painted steel
- case frame	painted steel

These units are equipped with cooling coil only having:

- copper tubes
- steel collectors
- copper fins

Units will be equipped with protection switch pre-installed on the unit and cabled to el. motor.  
These switches will include free contacts where requested for signalling the status to E.C.R.

##### 4.3.2) Type VU as per commercial standard



#### 4.4) Duct Re-heaters

Hot water ducts Re-heaters will be made with copper pipe-copper fins and galvanized steel frame.

#### 4.5) Duct terminal units

Terminal units for cabins of the dual duct type, equipped with electric actuator, 24V.  
Casing: galvanized steel with inner acoustic insulation and fire proof insulation

#### 4.6) Grids and diffusers

- |  |  |  |
|--|--|--|
| - Circular/Square diffuser for cabins:                                       |  | painted steel                                    |
| - Supply Grids (corridors etc.):   |  | anodized aluminium or steel (according to rules) |
| - Exhaust grids:   |  | anodized aluminium or steel                      |
| - Grids in stores etc.:  |  | galvanized wire mesh                             |
| - Grids in working spaces:   |  | galvanized wire mesh                             |
| - Air diffusers and grids<br>(galley-pantry-laundry and provision<br>areas): |  | stainless steel                                  |
| - Toilets exhaust valves   |  | painted steel                                    |
| - Grids in car deck area   |  | AISI 316 wire mesh                               |



#### 4.7) Outside air inlet and outlet devices

All outside inlet and outlets will be equipped with adequate louvres made galvanized steel on steel structure and in aluminium on aluminium structure and equipped with stainless steel rat proof wire mesh.

Where requested by rules, these will be equipped with:

- shut off dampers, frame made in galvanized steel or aluminium, blades and levers in stainless steel AISI 316
- water-proof hatches made in galvanized steel

Where necessary, goose necks on lower decks will be provided made in steel with primer coating. Sea water mist filters in stainless steel AISI 316 quality framing and plastic fins will be provided on all air inlets.

All bolts : stainless steel



#### 4.8) Dampers

##### 4.8.1) Fire dampers / Co2 dampers

The fire dampers will be of the motorized/pneumatic for Cargo Holds automatic type (with inner thermal fuse) with facilities for manual operation with external operating device.

Casing and blade material: hot deep galvanized steel.

The fire dampers will be approved type.

Electric actuator power supply 230V/1/60 Hz.

Our offer includes the supply of local control panels equipped with open/closed switch and status indicating light, as well as relevant junction box.

Motor cable length will be adequately sized for cases where dampers are equipped with two motors, for connecting to relevant junction box.

##### 4.8.2) Shut-off dampers

Will be provided where required by rules and Technical Specification.

For Accommodation Area and technical spaces: Galvanized steel frame.

For Car deck ventilation: Stainless steel frame, with pneumatic actuator.



#### 4.9) Ducting

Rectangular shaped ducts: material galvanized steel sheet; thickness according to marine standard guidance (thick =  $0,6 \div 1,5$  mm as per main dimensions)

Spiro ducts (pre-insulated and uninsulated std): material galvanized steel sheet; thickness according to commercial marine standard (thick =  $0,5 \div 0,6$  mm).

Connection special device (tee, bends, reductions, nipples, etc.) will be provided.

Rectangular and or circular ducts: material black steel (when required); thickness according to C.A. requirements for stated fire class integrity (thick =  $3 \div 5$  mm as per main dimensions).

Galley Hood exhaust ducts will be in stainless steel.

Engine Room ventilation ducts will be about 2 mm primerized steel plate, welded construction, epoxy painted internally.

#### 4.10) Insulation

Thermal insulation for AC supply ducting:

- Material glasswool fibre with Al craft lining; thickness min. 20 mm., density 22 kg/m<sup>3</sup>.

Fire proof insulation concerning A class ducting, B15 protection (where required):

- Material rockwool fibre with fibre glass cloth, thickness 25 to 100 mm., density 100 to 160 kg/m<sup>3</sup> (abt) according to Rules.

Acoustic insulation concerning AC plenum on AHU and inside ducting (if necessary as per acoustic calculations).

- Material: glasswool long fibre type with external fixing plastofilm or fibre glass cloth.

- General: In some special area's the insulation must be protected with glass cloth against damages, also in AC rooms.



#### 4.11) Heat Exchangers

Shell and tube type to produce hot water of pre and re-heating system using thermal oil.

Shell	Carbon steel
Tubes sheets	Carbon steel
Tubes	Carbon steel

#### 4.12) Chiller Units

Chiller Units will be equipped with the following:

- Semi-hermetic centrifugal compressor with refrigerant R 134a
- Evaporator with copper tubes and carbon steel shell.
- Condenser with CuNi 90/10 tubes, CuNi 90/10 clad tube sheets, epoxy coated water boxes, fouling factor  $0,088\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{kW}$ .
- Motor type squirrel cage induction
- Starter panel
- Control panel
- 3-way sea water regulating valve
- Accessories for operation as necessary

One collecting unit with pump and storage tank with capacity for one chiller will be provided.





## CONTROL SYSTEM

### 5.1) Basic concepts

Principal characteristics of the system:

- digital system
- integrated components
- fully programmable in site
- hierarchical design
- decentralised computing and working
- high availability
- modular design
- redundant fibre optic ring bus system

### 5.2) System architecture and decentralised working

The system can be divided into four levels:

- Level 1: Sensor (temperature, flow-rate ...), actuators and valves.
- Level 2: Microprocessor local processing units incorporating advanced electronics and software for monitoring, control and regulation functions.  
Each local processing unit is able to operate as on independent stand-alone unit.
- Level 3: Main Controller processor system coordination.
- Level 4: Central supervision equipment including n. 1 PC, one printer, one portable terminal operator unit.



### 5.3) Operator interface

The concept of management includes facilities providing the person responsible for the system with information in user-friendly text about operating malfunctions.

The concept also means that it is possible to implement control procedure parameters from a central location.

The management does not need peculiar knowledge of compute

### 5.4) Technical Description

The system shall be based on distributed intelligence architecture with completely integrated D.D.C. characteristics and freely programmable.

We identify three main system components:

- PLC module : unique and flexible DDC main plant control and interlock system, with built-in energy saving programs, it operates in stand alone mode.
- Data Network : for communication between CPU modules and between modules and Main Controller.
- Management Station : allowing full control of the shipping services with easy to understand and operate software.



#### 5.5) PLC Module (Peripheral Stations) Automatic Regulation

PLC module is used on HVAC plant for stand alone control, interlock functions and energy management.

The local processing units contain the software programs for the control of cooling/heating and ventilation installations.

The programs permits:

- handling digital inputs (alarms, pulse counting, interlocks);
- handling analogical inputs (high and low alarms, analogical data acquisition)
- handling digital outputs (control)
- handling analogical outputs (control)
- regulator P
- regulator PI
- regulator PID
- timer channels
- logic functions
- mathematical functions
- optimisation programs
- duty cycling functions
- process control language
- communication with the central system unit
- communication with the local terminal

The local processing units contain a battery back-up so that none of the software will be lost should there be a drop in the supply voltage.

The downline loading of the programs to the remote processing units must be done from central system unit and from local terminal.

PLC module is freely programmable and the desired functions are loaded by programs.

Software of each module includes:

- operating system
- I/O application software
- command monitoring software
- DDC functions software
- energy saving programs
- sequence realisation software



### PLC Modules' Structure

Base elements are formed by 16 or 32 bit - chips.

All programs, from operating system to applicative programs, are resident on EPROM memories. In this way they will be saved in case of power failure, without necessity of back-up battery.

Each module will be provided with 24 V voltage circuit A/D and D/A transducers and internal clock.

Each module frontal plate presents:

- Service socket, for the connection of a local operator terminal and also for the PLC by via adapter.
- Signal for normal operation and fault.

### 5.6) Plant interfaces

The connection between PLC modules and periphery is realized by means of relevant terminal modules for connections with all wires handling corresponding signals from the field.



#### 5.7) Data Network Line

Data network line is in charge of Data transfer between different system components. Data transfer can be realized simultaneously in two directions:

- Vertically:  
from the most remote point to the Main Controller;
- Horizontally (peer to peer)

Data transfer is provided with higher speed possible.

In this way, responses to the plant, commands and control loops are very fast, and memory occupancy is very low.

Data network line consents also portable terminal operator to be connected in different points of the line.

The P.O.T. operator terminal provides the operator with access to all control data, parameters, switch times, run time, totaliser readings and alarms.

#### 5.8) Main Controller

The main controller represents a network node, which is able to process, store and handle a large volume of data independently.

Main controller presents the following functions:

- Communication on the same level with other controllers.
- Coordination of the Data flow in both directions.
- Global function programs' development, conjuncting different PLC module's installations
- Counting, totalisation and history functions.
- New Data Points on-line definition and modification.
- Graphic pages definition for interactive plant monitoring.



#### 5.9) Central unit

The central unit will be dedicated to the supervision of the ventilation and climatic equipments handled by local processing units.

To open the system the operator must use his/her personal password.

The system permits to control or modify:

- states
- set points
- proportional band
- timer channels
- etc.

Moreover the system will permit to verify the correctness of the programs resident in any local processing unit.

The central unit operator terminals will have the following functions:

- alarm handling divided in classes/priorities
- reports (status reports, actions reports, energy reports)
- event logging
- storage of data in the disk unit
- monitoring on screen display of the following three types of informations:
  - alarm displays
  - flow diagrams
  - graphs

The central unit will include:

- one central unit of Unix Computer type with min. of 128MB RAM having:
  - marine trackball
  - marine keyboard
  - 1 colour picture monitor 21", make Hatterland, inbuilt version (for ECR-Console)
  - 1 floppy disk drive
  - 1 CD ROM drive
  - 1 DAT-stremer
  - 1 UPS-system

located in E.C.R. on dedicated desk with printer.

Moreover one portable notebook will be delivered with the system.



5.10) Sensors (Landis & Staefa supply)

The temperature sensor must be, if possible, resistive with negative coefficient of temperature and with linear characteristic.

The flow rate and pressure transmitters must give standard signals like 4-20 mA

- Humidity sensors for monitoring must be provided
- V-belt breakage supervision to be provided
- Differential pressure transmitters must be provided for the frequency converters.

5.11) Actuators and Valves

Two way valves on chilled water (only on some AC units)  
Three-ways valves on hot water.

- Screwed for diameters less/equal DN 50
- Flanged for greater diameters
- Each valve must be provided with a miniature circuit breakers (MCB), a release of the breakers has to be indicated in the HVAC monitoring system.

5.12) Bus Cable

The fibre optic bus cable and connectors must be in the scope of supply of Atisa (Siemens, Landis & Staefa)



## STARTERS

### 6.1) Technical Description

#### 6.1.1) AC for accommodations:

Starters one for each A.H.U./Fan will consist of steel boxes with minimum protection degree IP 44.

Each starter includes:

main switch with interlock door

lamp test device

magnetothermal switch

3 poles contactors

4 poles thermal relays

amperometer (only for motors above 4 kW) and hour counters, see FW-Standards 5.3

start-stop buttons, lamps, etc.

Frequency converters will be included where necessary (public spaces).

Starting system is direct connection type, single or double speed according to A.H.U. and fans characteristics.

Delta/star starting system shall be used where necessary in accordance to motors power, decision will be taken later or when all electric dates are available.

Fire damper control.

#### 6.1.2) Car deck Ventilation

Each starter is composed by one or more cubicles.

Each cubicle is divided in two zones, one for starter and one for cable way. Starter drawers are of the fixed type.

Cable way doors are equipped with handrail.

Minimum protection degree is IP 44.





Each starter drawer includes:

- section switch with interlock door
- short-circuit protection fuses
- 3 poles contactors
- cargo deck ventilation must be monitored on the MAS
- 3 poles thermal relays
- timers and auxiliary relays
- amperometer and hour counters
- start-stop push buttons, selectors, indicating lamps etc.
- each car deck fan to be provided with running indication on wheelhouse panel
- cargo deck ventilation must be monitored on the MAS
- lamp test device

Each M.C.C. is provided of a drawer where is installed the centralized auxiliary supply system, composed of two transformers as stand-by 440/115 V - 60 Hz. complete of protections.

The M.C.C.'s will be equipped with necessary number of cubicles for motorised fire dampers power supply and control.

Local start/stop in way of fans will be provided.

Delta/star starting system shall be used where necessary in accordance to motor power, decision will be taken later or when all electric dates are available.

Interface to the MAS system will be provided in order to control air changes in sea mode or loading mode conditions.



## CONDITIONS.

### 1. Temperature

	outdoor Temp' (D. B.)	RH	indoor Temp' (D. B.)	RH
Air cooling	32.0 °C	70.0 %	27.0 °C	50.0 %
Air heating	-10.0 °C	50.0 %	20.0 °C	50.0 %
Cooling water	32.0 °C			

### 2. In take fresh air

Air cooling	30.0 %
Air heating	30.0 %
Off season	50.0 %

### 3. Surround Temperature (designed)

		summer		winter
Exposed deck	indoor temp. +	30.0 °C	-	30.0 °C
Shaded deck.	indoor temp. +	7.0 °C	-	30.0 °C
Exposed shell side	indoor temp. +	20.0 °C	-	30.0 °C
Shaded shell side	indoor temp. +	7.0 °C	-	30.0 °C
Non air cond'	indoor temp. +	5.0 °C	-	15.0 °C
Corridor	indoor temp. +	3.0 °C	-	7.0 °C
Lavatory Bath	indoor temp. +	5.0 °C	-	15.0 °C
Engine space wall	indoor temp. +	18.0 °C	-	8.0 °C
Galley	indoor temp. +	10.0 °C	-	15.0 °C
Spot zone	indoor temp. +	3.0 °C	-	8.0 °C

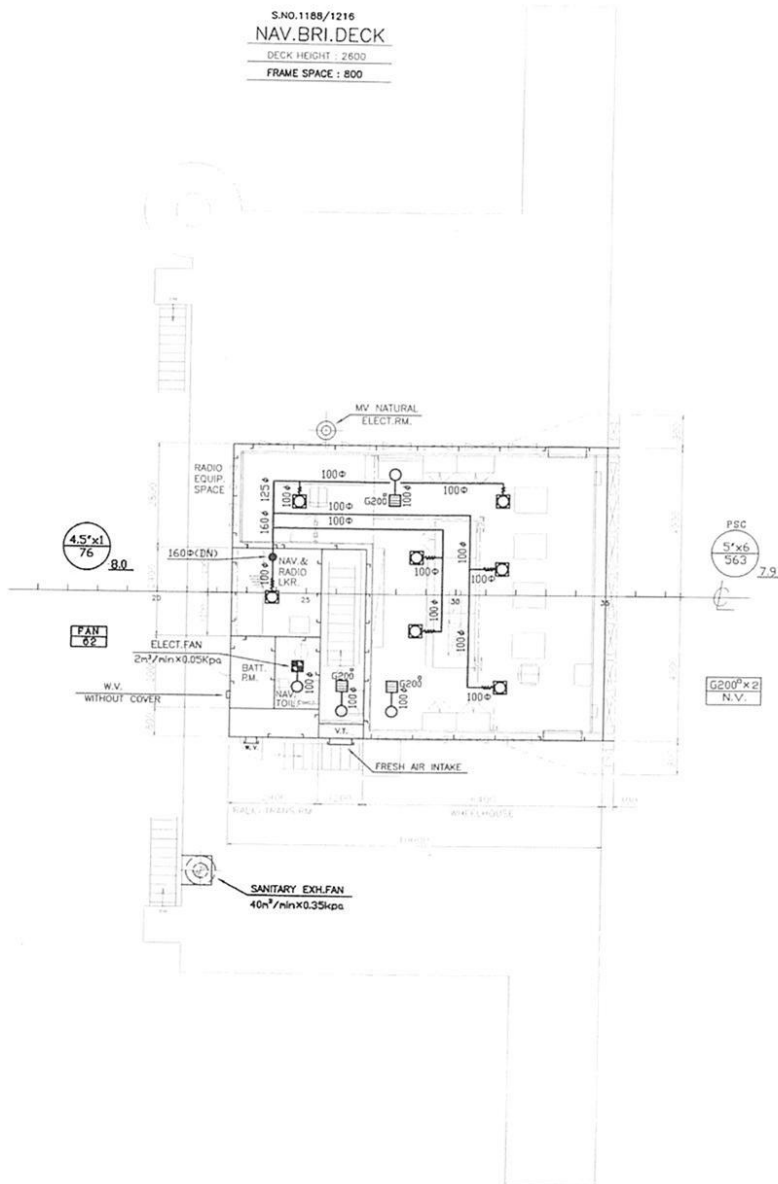
### 4. Necessary fresh Air

Public room	17.0 m <sup>3</sup> /h · p
Private room	26.0 m <sup>3</sup> /h · p

### 5. Air change per Hour

Public room	8 t/h
Private room	6 t/h
Spot zone	6 t/h

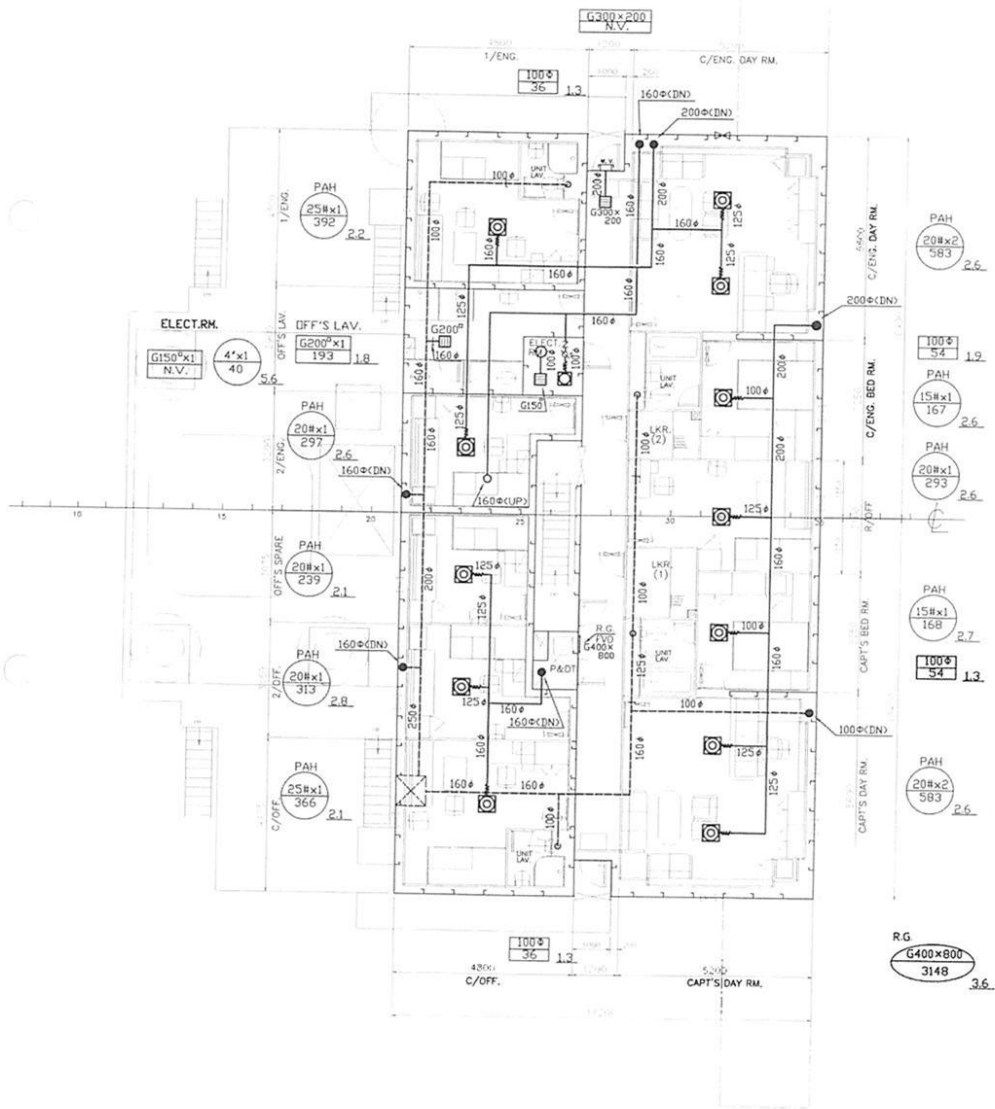
S.NO.1188/1216  
**NAV.BRI.DECK**  
 DECK HEIGHT : 2600  
 FRAME SPACE : 800



SNO.1188/1216

35

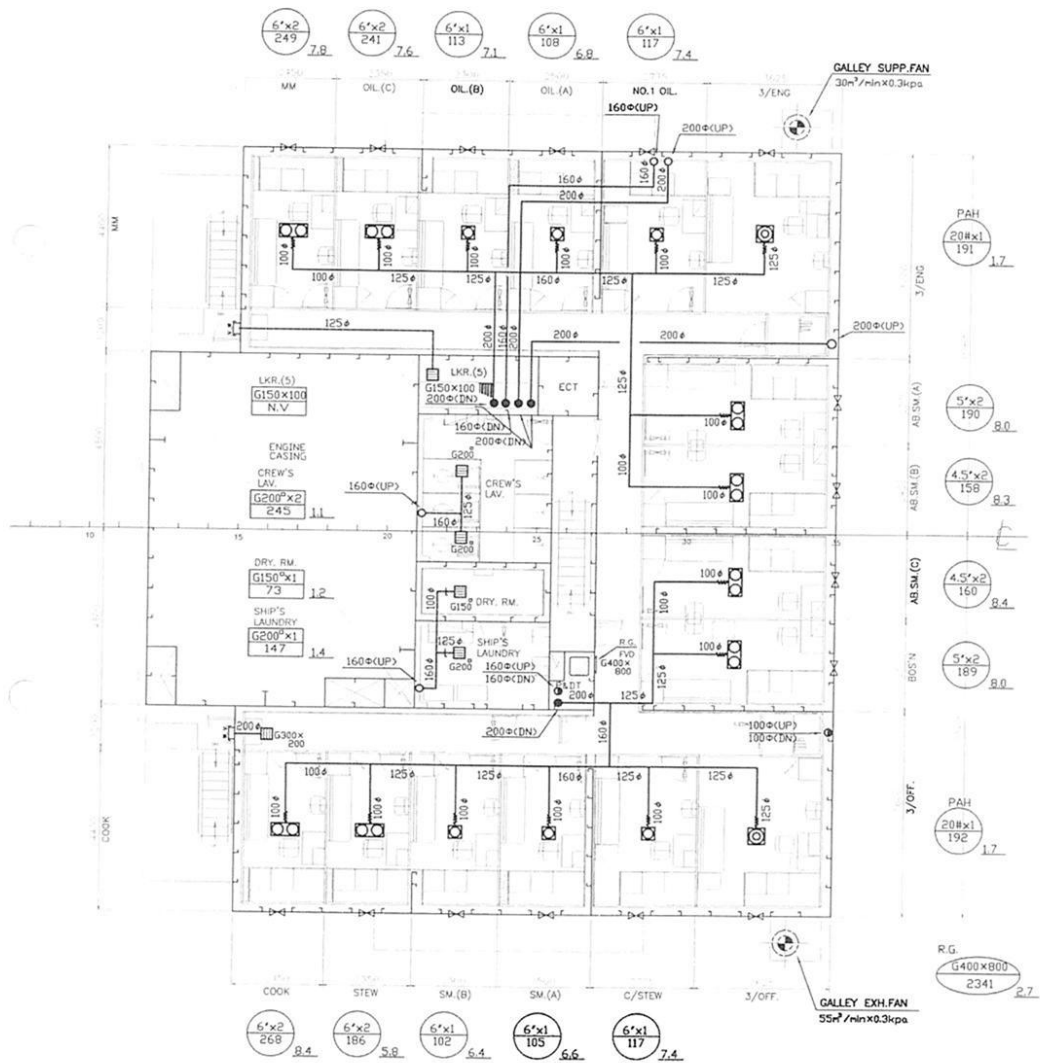
S.NO.1188/1216  
 UPP.BRI.DECK  
 DECK HEIGHT : 3050  
 FRAME SPACE : 800



S1188/1216

9 E

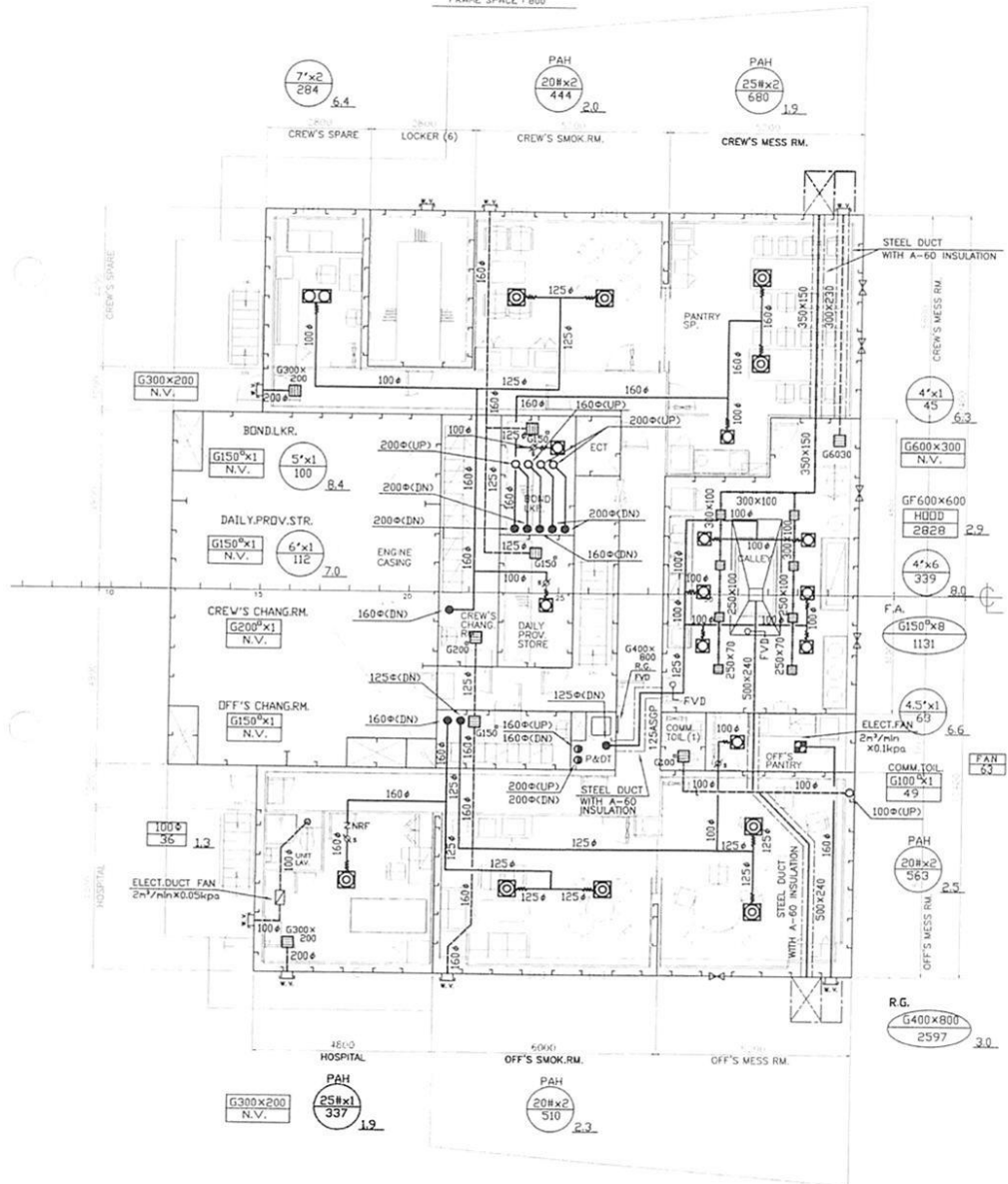
SND1188/1216  
**LOW.BRI.DECK**  
 DECK HEIGHT : 3050  
 FRAME SPACE : 800



S1188/1216

37

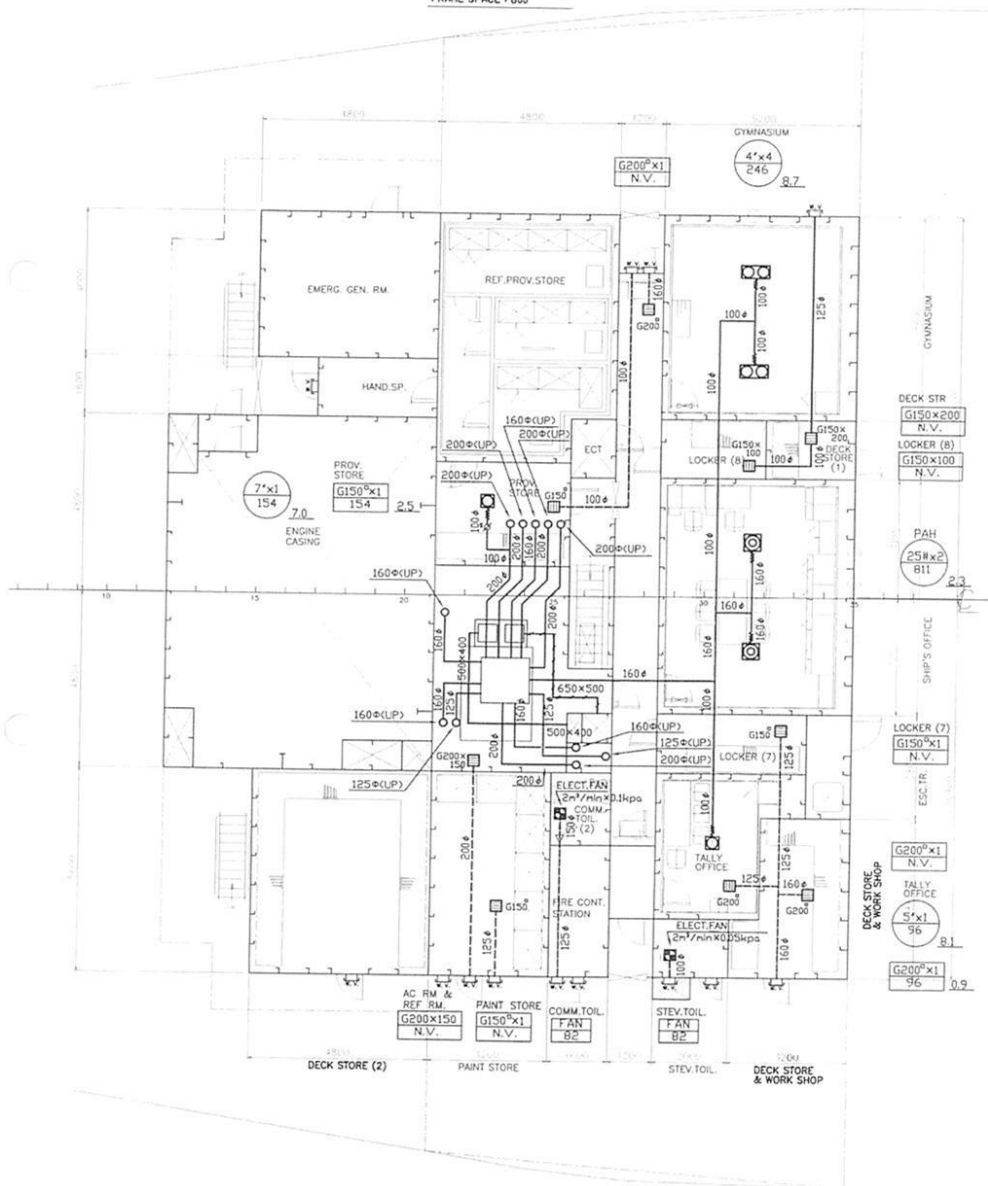
SNO1189/1216  
**BOAT DECK**  
 DECK HEIGHT : 3050  
 FRAME SPACE : 800



S1189/1216

38

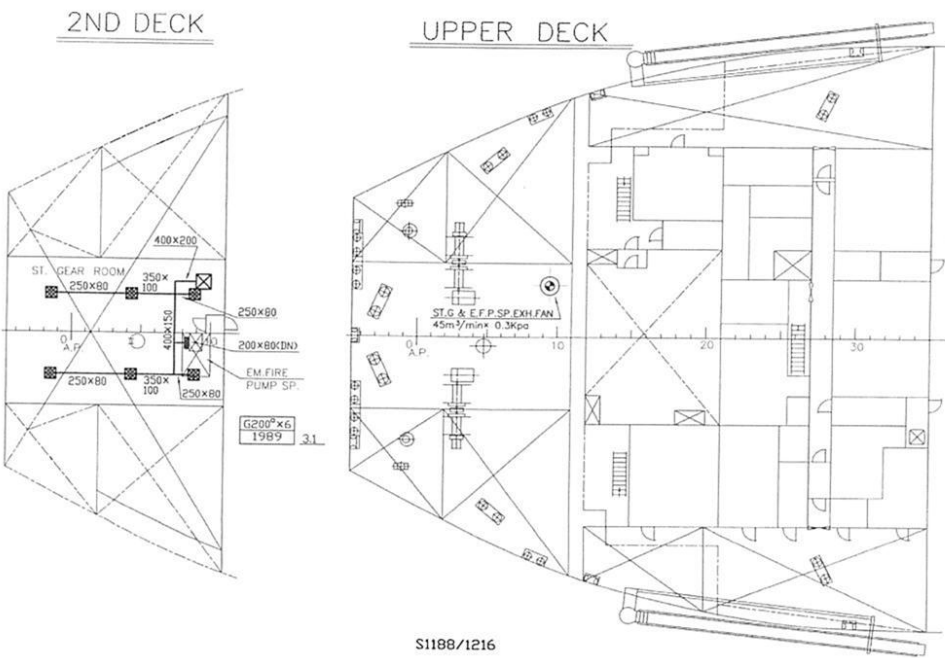
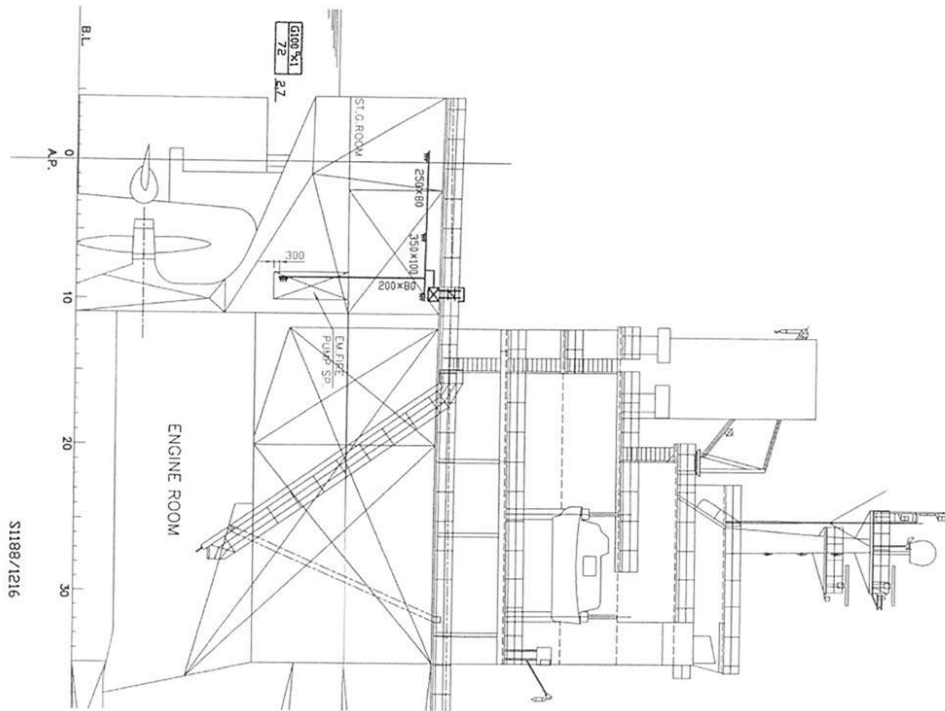
SND1188/1216  
**UPPER DECK**  
 DECK HEIGHT : 3000 AT C  
 FRAME SPACE : 800



S1188/1216

46



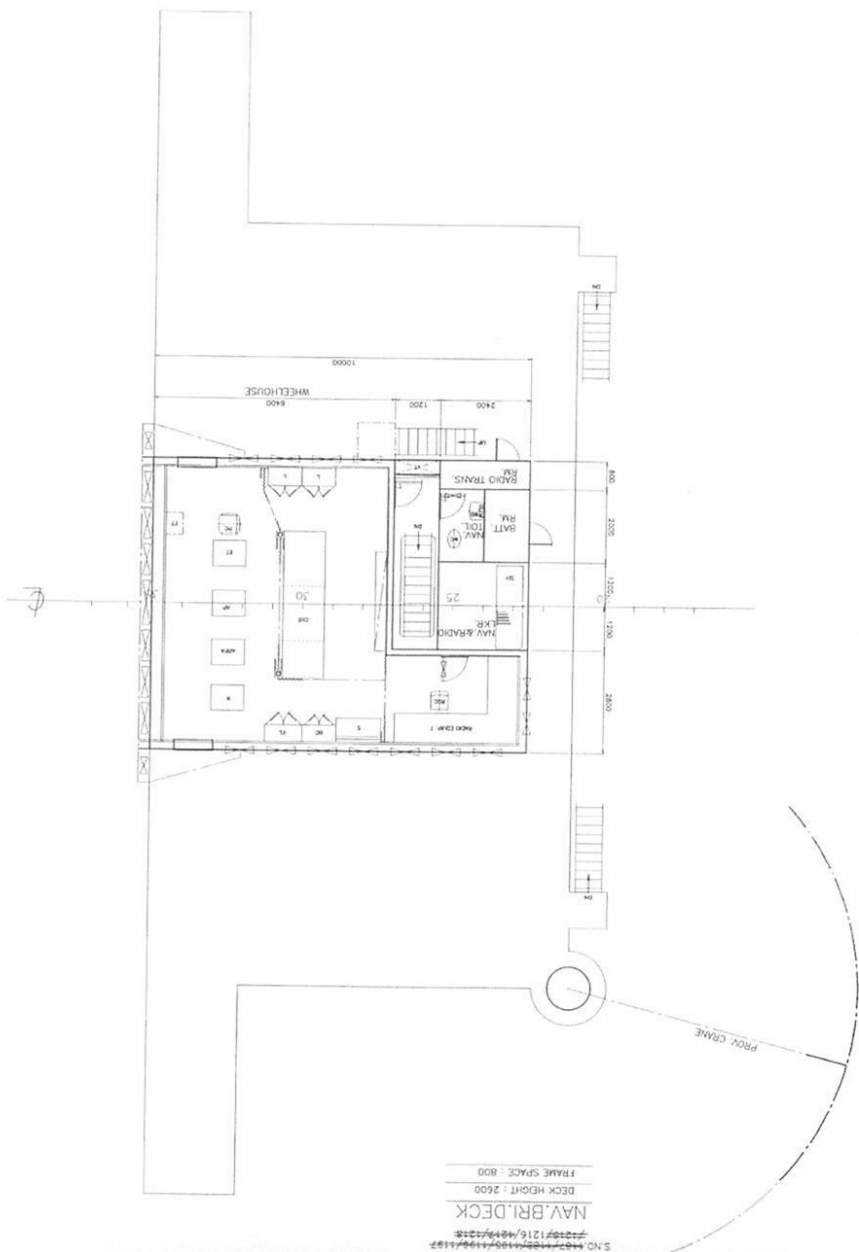


COMPLEMENT

Class	Deck	Engine		Business		Sum	
Captain	Captain	1	Chief eng.	1		2	
Senior officer	Chief off.	1	1st eng.	1		2	
Junior officer	2nd off.	1	2nd eng.	1	Radio off.	1	5
	3rd off.	1	3rd eng.	1			
Petty officer	Boatswain	1	No.1 oil.	1	Chief stew.	1	3
Crew	AB Seaman	3	Oiler	3	Cook	1	11
	Seaman	2	Motor man	1	Stew.	1	
Sum		10		9		4	23
Officer's spare (J/off. class) .....						1 person	
Crew's spare .....						1 person	
Grand total .....						25 persons	

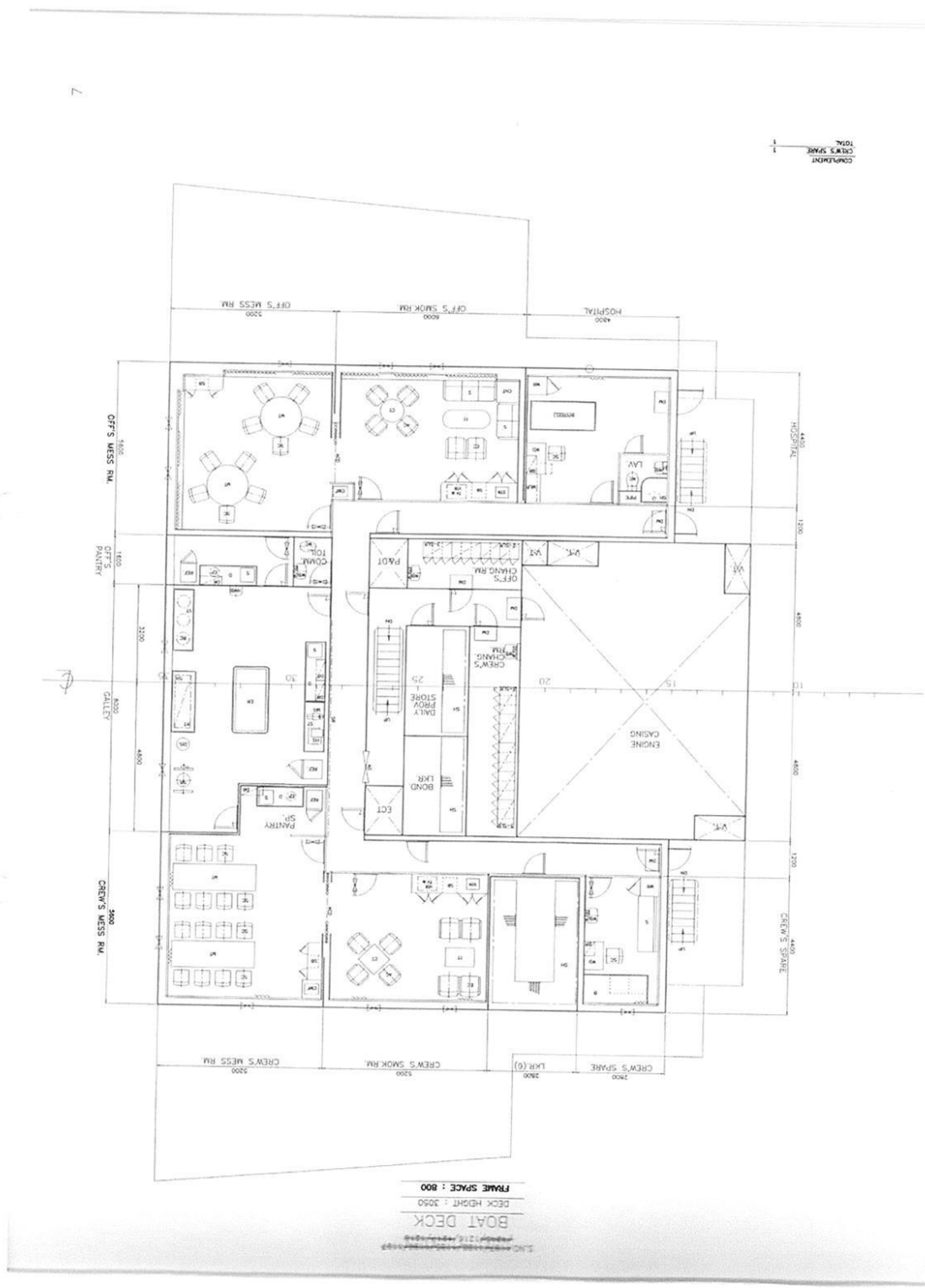
(S.NO. ~~1187/88/89/1195/96/97/1245/16/17/18~~)

FURNITURE FOR PRIVATE ROOM AND PUBLIC ROOM		GALLEY & PANTRY EQUIPMENT			
BED	1B	1 TIER BED	BO	BAKING OVEN	
	2B	2 TIERS BED	CU	COFFEE URN	
	-1D	WITH 1 DRAWER	CWF	COLD WATER FOUNTAIN	
	-2D	WITH 2 DRAWERS	D	DRESSER	
	TABLE	CT	CARD TABLE	DIS	DISPOSER
		CHT	CHART TABLE	DR	DISH RACK
		CMT	COMPUTER TABLE	ER	ELECTRIC RANGE
		COT	COPY TABLE	FRY	ELECTRIC FRYER
		MT	MESS TABLE	HP	HOT PLATE
		NT	NIGHT TABLE	HS	HAM SLICER
		OT	OFFICE TABLE	ICM	ICE CUBE MACHINE
		PT	PING PONG TABLE	KT	KITCHEN TABLE
TT		TEA TABLE	MB	MEAT BLOCK	
TYT		TYPE TABLE	MG	MEAT GRINDER	
SOFA & CHAIR	AC	ARM CHAIR	MUL	MESS UTENSIL LOCKER	
	B	BENCH	RC	RICE COOKER	
	EC	EASY CHAIR	REF	ELECTRIC REFRIGERATOR	
	FC	FOLDING CHAIR	S	SINK	
	PC	PILOT CHAIR	SBR	SOUP BOILER	
	RAC	REVOLVING ARM CHAIR	ST	SERVICE TABLE	
	RSC	REVOLVING SMALL CHAIR	TL	TOOL LOCKER	
	S	SOFA	OT	OVEN TOASTER	
	SC	SMALL CHAIR	UCM	UNIVERSAL COOKING MACHINE	
	STL	STOOL	WBR	WATER BOILER	
OTHER	ACD	ACCORDION CURTAIN	BT	BATH TUB	
	BC	BOOK CASE	CL	CLOAK BOX	
	BR	BOOK RACK	EH	ELECTRIC HEATER	
	BSC	BED SIDE CABINET	HWB	HAND WASH BASIN	
	COD	CHEST OF DRAWER	IR	IRONING RACK	
	CPB	CUPBOARD	T	IRONING TABLE	
	CWF	COLD WATER FOUNTAIN	M	MIRROR	
	DCR	DOCUMENT RACK	R	RACK	
	FC	FILING CABINET	SH	SHOWER	
	IS	IRON SAFE	TC	TOILET CABINET	
	SB	SIDE BOARD	TR	TOILET RACK	
	STE	STEREO	UR	URINAL	
	TV	TELEVISION	WB	WASH BASIN	
	VTR	VIDEO TAPE RECORDER	WC	WATER CLOSET	
	WD	WRITING DESK	WM	WASHING MACHINE	
	WR	WARDROBE	WT	WASHING TUB	
	DOOR & WINDOW	AHD	ALUMINUM HOLLOW DOOR	AO	ARCH OPENING
		SHD	STEEL HOLLOW DOOR	BTC	BOTTLE CASE
SLD		SLIDING DOOR	BTR	BOTTLE RACK	
WD		WOODEN DOOR	DM	DOOR MAT	
WTD		WEATHER TIGHT STEEL DOOR	DR	DRAWING RACK	
SUSD		SUS HOLLOW DOOR	DRY	ELECTRIC DRYER	
		SIDE SCUTTLE	FHB	FIRE HOSE BOX	
		SQUARE WINDOW	FL	FLAG LOCKER	
		WITH CURTAIN BOX	FS	FLAG SHELF	
		WITHOUT CURTAIN BOX	FT	FOLDING TABLE	
FW	FIXED WINDOW	L	LOCKER		
HW	HINGED WINDOW	MLR	MEDICINE LOCKER		
		RBX	RICE BOX		
		SH	SHELF		
		SLR	STEEL LOCKER		
		SR	STORM RAIL		
		P	PILLAR		
		WT	WORK TABLE		
		*	OWNER SUPPLY EQUIPMENT		









CREW'S SPALE  
TOTAL  
COMPARISON  
1

BOAT DECK  
DECK HEIGHT : 3050  
FRAME SPACE : 800





Υπολογισμός Κλιματισμού Εμπορικού πλοίου Φ/Γ Ποντοβρέμιον

no.	UK(Room Name)	Θέση	Διαμέτριο	πλάτος (m)	μήκος (m)	ύψος (m)	Ολικό εμβαδό v (m <sup>3</sup> )	Εμβαδό v (m <sup>3</sup> )	Υαλοπίνακα κα./ φανιστρίνη	Πόρτες (εσω./εξ.)	άνοιγμα	αερισμ	Ελάχιστη ποσότητα αερισμού m <sup>3</sup> /h Μελέτη	Ελάχιστη ποσότητα αερισμού m <sup>3</sup> /h Ολική	Αισθητό Φορτίο (kcal/h)	Αισθητό Φορτίο (kcal/h) Μελέτη
1	Wheel house	Nav. Brig. dec	Γέφυρα	6.4	8	2.6	133.12	93.82	19	2x	1	6	562.92	798.72	4598.64	0
2	Nav & Radio	Nav. Brig. dec	Ασύρματος	2.4	2.4	2.6	14.976	12.73	0	1	1	6	76.38	89.856	445.786	0
3	C/Eng Day	Upper br. dec	Γρ.Α.Μηχανικού	5.2	5.6	3.05	88.816	44.61	3	1	1	6	267.66	532.896	2298.88	1688
4	C/Eng Bed	Upper br. dec	Υπν.Α.Μηχανικού	3.2	3.25	3.05	31.72	17.14	1	1	1	6	102.84	190.32	435.357	485
5	R/Officer	Upper br. dec	Υπν.Αστυρματιστή	5.2	3.1	3.05	49.166	24.47	1	1	1	6	146.82	294.996	462.064	848
6	Capt.bed	Upper br. dec	Υπν.Πλοίαρχου	3.2	3.25	3.05	31.72	17.14	1	1	1	6	102.84	190.32	435.357	488
7	Capt.Day	Upper br. dec	Γρ.Πλοίαρχου	5.2	5.6	3.05	88.816	44.61	3	1	1	6	267.66	532.896	2298.88	1688
8	C/Officer	Upper br. dec	Υπν.Υποπλοίαρχου	4.8	4.175	3.05	61.122	25.61	1	1	1	6	153.66	366.732	1709.23	1060
9	2/Officer	Upper br. dec	Υπν.Ανθυποπλοίαρχου	4.8	3.15	3.05	46.116	19.8	1	1	1	6	118.8	276.696	693.226	907
10	Off's spare	Upper br. dec	Υπν. Αξιωματικών	3.6	3.075	3.05	33.764	16.58	1	1	1	6	99.48	202.581	508.469	692
11	1/Engineer	Upper br. dec	Υπν. Β.Μηχανικού	4.8	4.3	3.05	62.952	18.37	1	1	1	6	110.22	377.712	1820.04	824
12	Off.Lavatory	Upper br. dec	Πλυντήριο Αξιωματικών	1.65	1.9	3.05	9.5618	6.64	1	1	1	6	39.84	57.3705	715.077	0
13	2/Engineer	Upper br. dec	Υπν. Γ.Μηχανικού	4.8	3.2	3.05	46.848	25.13	1	1	1	6	150.78	281.088	529.869	1134
14	MM	Low.Br. deck	Υπν.Καθαρσιτή	2.45	4.4	3.05	32.879	15.55	1	1	1	6	93.3	197.274	1139.28	722
15	Oiler @	Low.Br. deck	Υπν.Αιπταντή	2.35	4.4	3.05	31.537	15.55	1	1	1	6	93.3	189.222	673.043	697
16	Oiler (B)	Low.Br. deck	Υπν.Αιπταντή	2.3	4.4	3.05	30.866	16.99	1	1	1	0	0	0	328.28	328
17	Oiler (A)	Low.Br. deck	Υπν.Αιπταντή	2.5	4.4	3.05	33.55	16.26	1	1	1	6	97.56	201.3	353.205	313
18	No.1 Oiler	Low.Br. deck	Υπν.Αιπταντή	2.775	4.4	3.05	37.241	19.53	1	1	1	6	117.18	223.443	396.266	339
19	3/Eng	Low.Br. deck	Υπν.Γ.Μηχανικού	3.625	4.4	3.05	48.648	23.49	1	2	1	6	140.94	291.885	932.779	554
20	AB sm (A)	Low.Br. deck	Υπν.Ναύτη	2.375	5.2	3.05	37.668	19.05	1	1	1	6	114.3	226.005	425.295	551
21	AB sm (B)	Low.Br. deck	Υπν.Ναύτη	2.425	5.2	3.05	38.461	19.05	1	1	1	6	114.3	230.763	349.723	458
22	AB sm @	Low.Br. deck	Υπν.Ναύτη	2.3	5.2	3.05	36.478	19.05	1	1	1	6	114.3	218.868	334.059	462
23	Bosun	Low.Br. deck	Υπν.Ναυκλήρου	2.5	5.2	3.05	39.65	19.92	1	1	1	6	119.52	237.9	440.959	548
24	3/Officer	Low.Br. deck	Υπν.Ανθυποπλοίαρχου	3.625	4.4	3.05	48.648	23.49	1	2	1	6	140.94	291.885	933.332	555
25	C/Steward	Low.Br. deck	Υπν.Αρχικαμεράτου	2.775	4.4	3.05	37.241	19.53	1	1	1	6	117.18	223.443	387.477	339
26	SM (A)	Low.Br. deck	Υπν.Βοηθού Καμεράτου	2.5	4.4	3.05	33.55	16.26	1	1	1	6	97.56	201.3	353.205	305
27	SM (B)	Low.Br. deck	Υπν.βοηθού Καμεράτου	2.3	4.4	3.05	30.866	16.99	1	1	1	6	101.94	185.196	328.28	264
28	Steward	Low.Br. deck	Υπν.Καμεράτου	2.35	4.4	3.05	31.537	15.55	1	1	1	6	93.3	189.222	673.043	538
29	Cook	Low.Br. deck	Υπν.Μεγεπου	2.45	4.4	3.05	32.879	15.55	1	1	1	6	93.3	197.274	1034.61	775
30	Crew's Spare	Boat deck	Δωμ. Πληρ. Κενό	2.8	4.4	3.05	37.576	16.83	1	1	1	6	100.98	225.456	899.21	781
31	Crew's smok	Boat deck	Καπνιστήριο Πληρώμα.	5.2	4.4	3.05	69.784	35.79	2	1	7	8	286.32	568.272	875.035	1285
32	Crew's mess	Boat deck	Σάλοني πληρώματος	5.2	5.6	3.05	88.816	44.98	1	1	12	8	359.84	710.528	1442.39	1645
33	Pantry SP	Boat deck	Εστιατόριο πληρώματος	1.8	2	3.05	10.98	7.48	1	1	1	6	44.88	65.88	1172.69	0
34	Galley	Boat deck	Κουζίνα	8	5.2	3.05	126.88	56.55	3	3	1	6	339.3	761.28	1172.69	0
35	Off's Pantry	Boat deck	Εστιατόριο Αξιωματικών	2.6	1.6	3.05	12.688	10.57	1	1	1	6	63.42	76.128	1419.6	0
36	Off's mess	Boat deck	Σάλοني Αξιωματικών	5.2	5.6	3.05	88.816	44.98	3	1	8	8	359.84	710.528	1419.6	1632

37	Off's smok	Boat deck	Καπνιστήριο Αξιωματικ.	6	4.4	3.05	80.52	39.48	2	1	9	8	315.84	644.16	827.293	1398
38	Hospital	Boat deck	Νοσοκομείο	4.8	4.4	3.05	64.416	28.15	1	1	1	6	168.9	386.496	1114.65	946
39	Daily Prov.	Boat deck	Αποθήκη Προφίμων	2.5	2	3.05	15.25	18.67	1	1	1	6	112.02	91.5		0
40	Bond LKR	Boat deck	Αποθήκη	2.8	2	3.05	17.08	16.59	1	1	1	6	99.54	102.48		0
41	Gymnasium	Upper deck	Γυμναστήριο	5.2	5.6	3	87.36	40.97	1	1	7	6	245.82	524.16		0
42	Ship's office	Upper deck	Γρ.Πλοίου	6.4	5.2	3	99.84	48.2	1	1	1	8	385.6	798.72		2350
43	Tally office	Upper deck	Γρ.Πλοίου	2.8	3	3	25.2	16.07	1	1	1	6	96.42	151.2		0
44	Provision Store	Upper deck	Αποθήκη Προφίμων	5.6	4.8	3	80.64	25.7	1	1	1	6	154.2	483.84		0
				Σύνολο			2186.2	1109.47					6981.74	13787.79	33784.6	27599
				λο												

Πάχος (m)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αρ. Ομοίων Επιφανείων	Αφαιρούμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	K (kcal/h *m <sup>2</sup> *C)	Διαφορά Θερμοκρασίας (kcal/h)	Απώλειες Χώρος Προσαυξήσεις (kcal/h)	
<b>1 Wheel house</b>											
	0.45	8	10	80	80			80	1.12	30	2688
	Οροφή Ceiling (Exposed deck)										
	0.4	8	2.6	20.8				15.55	1.12	30	522.48
	0.015	0.75	1		7	5.25		5.25	3	30	472.5
	0.2	5.2	2.6	13.52				13.52	0.86	7	81.3904
	0.038		0.73	2	1			2	2	7	0
	0.4	2.8	2.6	2.6				5.78	1.12	30	194.208
	0.015	0.75	1		2	1.5		1.5	3	30	135
	0.4	10	2.6	26				19.2725	1.12	30	647.556
	0.05	0.75	1.97		1	1.4775		1.4775	5	30	221.625
	0.015	0.75	1		7	5.25		5.25	3	30	472.5
	0.4	6.4	2.6	16.64				12.1625	1.12	30	408.66
	0.05	0.75	1.97		1	1.4775		1.4775	5	30	221.625
	0.015	0.75	1		4	3		3	3	30	270
	0.2	3.6	2.6	9.36				7.9	0.86	7	47.558
	0.038		0.73	2	1	1.46		1.46	2	7	20.44
										Total	4610.2924
<b>2 Nav &amp; Radio</b>											
	0.2	2.4	2.6	6.24				6.24	0.86	7	37.5648
	0.45	2.4	2.6	6.24				6.24	1.12	30	209.664
	0.2	2.4	2.6	6.24				6.24	0.86	30	160.992
	0.2	2.4	2.6	6.24				6.24	0.86	7	37.5648
	0.038		0.73	2	1			2	2	7	0
										Total	445.7856
<b>3 C/Eng Day</b>											
	0.45	5.6	5.2	29.12				29.12	1.12	30	978.432
	Οροφή Ceiling (Exposed deck)										
	0.4	5.6	3.05	17.08				16.54	1.12	30	555.744
	0.008	0.45	0.6		2	0.54		0.54	3	30	48.6

Πρωίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	5.6	3.05	17.08	15.62	0.86	7	94.0324
Πορτες Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	7	20.44
Αριστέρος Διατοιχισμός εξω (PORT side)	0.4	5.2	3.05	15.86	15.59	1.12	30	523.824
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.27	3	30	24.3
Δεξιός Διατοιχισμός (STBD side)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	2	16.7872
Δεξιός Διατοιχισμός (STBD side) WC	0.2	2	3.05	6.1	6.1	0.86	7	36.722
<b>4) C/Eng Bed room</b>							<b>Total</b>	<b>2298.8810</b>

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	3.25	3.2	10.4	10.4	0.86	1	8.944
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	3.25	3.05	9.9125	9.6425	1.12	30	323.988
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.27	3	30	24.3
Πρωίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	3.25	3.05	9.9125	9.9125	0.86	7	59.67325
Δεξιός Διατοιχισμός (STBD side)(εσω)	0.2	3.2	3.05	9.76	8.3	0.86	1	7.138
Πορτες Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	1	2.92
Αριστέρος Διατοιχισμός(εσω)(PORT side)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	1	8.3936
<b>5) Radio Officer</b>							<b>Total</b>	<b>435.35685</b>

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	3.1	5.2	16.12	16.12	0.86	1	13.8632
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	3.1	3.05	9.455	9.185	1.12	30	308.616
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.27	3	30	24.3
Πρωίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	3.1	3.05	9.455	7.995	0.86	7	48.1299
Πορτες Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	7	20.44
Δεξιός Διατοιχισμός (STBD side)(εσω)	0.2	5.2	3.05	15.86	1.86	0.86	1	1.5996
Αριστέρος Διατοιχισμός(εσω)(PORT side)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	1	8.3936
Αριστέρος Διατοιχισμός(εσω)(PORT side)	0.2	2	3.05	6.1	6.1	0.86	7	36.722
<b>6) Captain's Bed room</b>							<b>Total</b>	<b>462.0643</b>

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	3.25	3.2	10.4	10.4	0.86	1	8.944
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	3.25	3.05	9.9125	9.6425	1.12	30	323.988
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.27	3	30	24.3

Πρῶμος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	3.25	3.05	9.9125	9.9125	0.86	7	59.67325
Δεξίος Διατοιχισμός (STBD side)(εσω)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	1	7.138
Ποριές Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	1	2.92
Αριστερός Διατοιχισμός(εσω)(PORT side)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	1	8.3936

Total	435.35685
-------	-----------

### 7) Captain's Day room

Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	5.6	5.2	29.12	29.12	1.12	30	978.432
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	5.6	3.05	17.08	17.08	1.12	30	555.744
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.54	3	30	48.6
Πρῶμος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	5.6	3.05	17.08	17.08	0.86	7	94.0324
Ποριές Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	7	20.44
Δεξίος Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	5.2	3.05	15.86	15.59	1.12	30	523.824
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.27	3	30	24.3
Αριστερός Διατοιχισμός (Port side)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	2	16.7872
Αριστερός Διατοιχισμός (Port side) WC	0.2	2	3.05	6.1	6.1	0.86	7	36.722

Total	2298.8816
-------	-----------

### 8) Chief Officer

Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	4.175	4.8	20.04	20.04	1.12	30	673.344
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.175	3.05	12.73375	11.27375	0.86	7	67.867975
Ποριές Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	7	20.44
Πρῶμος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	4.175	3.05	12.73375	12.46375	1.12	30	418.782
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6		0.27	3	30	24.3
Δεξίος Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	4.8	3.05	14.64	14.64	1.12	30	491.904
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	4.8	3.05	14.64	14.64	0.86	1	12.5904

Total	1709.228375
-------	-------------

### 9) End Officer

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	1.575	4.8	7.56	7.56	0.86	1	6.5016
Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	1.575	4.8	7.56	7.56	1.12	30	254.016
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	3.15	3.05	9.6075	8.1475	0.86	7	49.04795
Ποριές Εσωτερική	0.038		2	1.46	1.46	2	7	20.44

Πρωμιός Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	3.15	3.05	9.6075	1	0.27	9.3375	1.12	30	313.74
Υαλοπίνακες	0.008	0.45	0.6				0.27	3	30	24.3
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	4.8	3.05	14.64			14.64	0.86	1	12.5904
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	4.8	3.05	14.64			14.64	0.86	1	12.5904

Total	693.22635
-------	-----------

#### 10 Officer's Spare Cabin

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	3.2	3.075	9.84			9.84	0.86	1	8.4624
Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	0.8	3.075	2.46			2.46	1.12	30	82.656
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	3.075	3.05	9.37875			7.91875	0.86	7	47.670875
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44
Πρωμιός Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	3.075	3.05	9.37875			9.10875	1.12	30	306.054
Υαλοπίνακες	0.008	0.45	0.6				0.27	3	30	24.3
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	3.6	3.05	10.98	1	0.27	10.98	0.86	1	9.4428
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	3.6	3.05	10.98			10.98	0.86	1	9.4428

Total	508.468875
-------	------------

#### 11 I/Engineer

Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	4.8	4.3	20.64			20.64	1.12	30	693.504
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.3	3.05	13.115			11.655	0.86	7	70.1631
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44
Πρωμιός Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	4.3	3.05	13.115			12.845	1.12	30	431.592
Υαλοπίνακες	0.008	0.45	0.6				0.27	3	30	24.3
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)	0.4	4.8	3.05	14.64	1	0.27	14.64	1.12	30	491.904
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	4.8	3.05	14.64			14.64	0.86	7	88.1328

Total	1820.0359
-------	-----------

#### 12 Officer's Laboratory

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	4	1	4			4	0.86	1	3.44
Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	4.8	1.9	9.12			9.12	1.12	30	306.432
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	2.9	3.05	8.845			7.385	0.86	7	44.4577
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44
Πρωμιός Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	3.075	3.05	9.37875			9.37875	1.12	30	315.126

Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	4.8	3.05	14.64	14.64	0.86	1	12.5904
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	4.8	3.05	14.64	14.64	0.86	1	12.5904
<b>Total</b>								<b>715.0765</b>

### 13 2nd Engineer

Οροφή Ceiling (Wheel house)(θερμ)	0.3	3.2	3.075	9.84	9.84	0.86	1	8.4624
Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	0.8	3.075	2.46	2.46	1.12	30	82.656
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	3.2	3.05	9.76	9.76	0.86	7	49.966
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46	1.46	2	7	20.44
Πρυμνός Διατοιχισμός (έξωτερικός)	0.4	3.2	3.05	9.76	9.76	1.12	30	318.864
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6			3	30	24.3
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	4.8	3.05	14.64	14.64	0.86	1	12.5904
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	4.8	3.05	14.64	14.64	0.86	1	12.5904
<b>Total</b>								<b>529.8692</b>

### 14 MM cabin

Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	4.4	2.45	10.78	10.78	1.12	30	362.208
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (έξωτερικός)	0.4	4.4	3.05	13.42	13.42	1.12	30	450.912
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	2.45	3.05	7.4725	7.4725	0.86	7	36.19525
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46	1.46	2	7	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.4	2.45	3.05	7.4725	7.4725	1.12	30	246.96
Υαλοπινάκες	0.008	0.35	0.35			3	30	11.025
<b>Total</b>								<b>1139.28145</b>

### 15 Oiler

Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	4.4	2.35	10.34	10.34	1.12	30	347.424
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	2.35	3.05	7.1675	7.1675	0.86	7	34.35915
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46	1.46	2	7	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.4	2.35	3.05	7.1675	7.1675	1.12	30	236.712
Υαλοπινάκες	0.008	0.35	0.35			3	30	11.025

										Total	673.04255
<b>16 Oiler (B)</b>											
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	2.3		10.12					1	8.7032
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05		13.42					1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05		13.42					1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	2.3	3.05		7.015					7	33.4411
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	2	1.46					2	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)	0.4	2.3	3.05		7.015					30	231.588
Υαλοπιννακες	0.008	0.35	0.35							3	11.025
										Total	328.2797
<b>17 Oiler (A)</b>											
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	2.5		11					1	9.46
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05		13.42					1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05		13.42					1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	2.5	3.05		7.625					7	37.1133
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	2	1.46					7	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)	0.4	2.5	3.05		7.625					30	252.084
Υαλοπιννακες	0.008	0.35	0.35							3	11.025
										Total	353.2047
<b>18 No 1 Oiler</b>											
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	2.775		12.21					1	10.5006
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05		13.42					1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05		13.42					1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	2.775	3.05		8.46375					7	50.951775
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	2	1.46					7	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)	0.4	2.775	3.05		8.46375					30	280.266
Υαλοπιννακες	0.008	0.35	0.35							3	11.025
										Total	396.265775



<b>19 3rd Engineer</b>												
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	3.625	15.95				15.95	0.86	1	13.717	
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	4.4	3.05	13.42				13.42	1.12	30	450.912	
Πρωμιός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42				13.42	0.86	1	11.5412	
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	3.625	3.05	11.05625				9.59625	0.86	7	57.769425	
Ποριές Εσωτερική	0.038		0.73	1.46				1.46	2	7	20.44	
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.4	3.625	3.05	11.05625				10.93375	1.12	30	367.374	
Υαλοπινάκες	0.008	0.35						0.1225	3	30	11.025	
											<b>Total</b>	<b>932.778625</b>
<b>20 AB sm (A)</b>												
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	2.375	5.2	12.35				12.35	0.86	1	10.621	
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	2.375	3.05	7.24375				7.12125	1.12	30	239.274	
Υαλοπινάκες	0.008	0.35						0.1225	3	30	11.025	
Πρωμιός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	2.375	3.05	7.24375				5.78375	0.86	7	34.818175	
Ποριές Εσωτερική	0.038		0.73	1.46				1.46	2	7	20.44	
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	5.2	3.05	15.86				15.86	0.86	1	13.6396	
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	5.2	3.05	15.86				15.86	0.86	7	95.4772	
											<b>Total</b>	<b>425.294975</b>
<b>21 AB sm (B)</b>												
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	2.425	5.2	12.61				12.61	0.86	1	10.8446	
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	2.425	3.05	7.39625				7.27375	1.12	30	244.398	
Υαλοπινάκες	0.008	0.35						0.1225	3	30	11.025	
Πρωμιός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	2.425	3.05	7.39625				5.93625	0.86	7	35.736225	
Ποριές Εσωτερική	0.038		0.73	1.46				1.46	2	7	20.44	
Δεξιός Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	5.2	3.05	15.86				15.86	0.86	1	13.6396	
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	5.2	3.05	15.86				15.86	0.86	1	13.6396	
											<b>Total</b>	<b>349.723025</b>
<b>22 AB sm ©</b>												
Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	2.3	5.2	11.96				11.96	0.86	1	10.2856	

Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	2.3	3.05	7.015	1	0.1225	6.8925	1.12	30	231.588
Υαλοπινάκες	0.008	0.35	0.35	0.35			0.1225	3	30	11.025
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	2.3	3.05	7.015			5.555	0.86	7	33.4411
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44
Δεξίος Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	5.2	3.05	15.86			15.86	0.86	1	13.6396
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	5.2	3.05	15.86			15.86	0.86	1	13.6396
<b>23 Bosun</b>									<b>Total</b>	<b>334.0589</b>

Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	2.5	5.2	13			13	0.86	1	11.18
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	2.5	3.05	7.625	1	0.1225	7.5025	1.12	30	252.084
Υαλοπινάκες	0.008	0.35	0.35	0.35			0.1225	3	30	11.025
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	2.5	3.05	7.625			6.165	0.86	7	37.1133
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44
Δεξίος Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	5.2	3.05	15.86			15.86	0.86	7	95.4772
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	5.2	3.05	15.86			15.86	0.86	7	13.6396
<b>24 Bird Officer</b>									<b>Total</b>	<b>440.9591</b>

Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	3.65	16.06			16.06	0.86	1	13.8116
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	4.4	3.05	13.42			13.42	1.12	30	450.912
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Δεξίος Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.4	3.625	3.05	11.05625			10.93375	1.12	30	367.374
Υαλοπινάκες	0.008	0.35	0.35	0.35	1	0.1225	0.1225	3	30	11.025
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	3.65	3.05	11.1325			9.6725	0.86	7	58.22845
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44
<b>25 Chief Steward</b>									<b>Total</b>	<b>933.33225</b>

Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	2.775	12.21			12.21	0.86	1	10.5006
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412

Δεξιός Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	2.775	3.05	8.46375	1	0.1225	8.34125	1.12	30	280.266
Υαλοπίνακες	0.008	0.35	0.35				0.1225	3	30	11.025
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	2.775	3.05	8.46375			7.00375	0.86	7	42.162575
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44

Total	387.476575
-------	------------

**26 SM (A)**

Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	2.5	11			11	0.86	1	9.46
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	2.5	3.05	7.625			7.5025	1.12	30	252.084
Υαλοπίνακες	0.008	0.35	0.35		1	0.1225	0.1225	3	30	11.025
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	2.5	3.05	7.625			6.165	0.86	7	37.1133
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44

Total	353.2047
-------	----------

**27 SM (B)**

Οροφή Ceiling (Upper Brid.deck)(θερμ)	0.3	4.4	2.3	10.12			10.12	0.86	1	8.7032
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	2.3	3.05	7.015			6.8925	1.12	30	231.588
Υαλοπίνακες	0.008	0.35	0.35		1	0.1225	0.1225	3	30	11.025
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	2.3	3.05	7.015			5.555	0.86	7	33.4411
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73	1.46			1.46	2	7	20.44

Total	328.2797
-------	----------

**28 Steward**

Οροφή Ceiling(Exposed deck)	0.45	4.4	2.35	10.34			10.34	1.12	30	347.424
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42			13.42	0.86	1	11.5412
Δεξιός Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	2.35	3.05	7.1675			7.045	1.12	30	236.712
Υαλοπίνακες	0.008	0.35	0.35		1	0.1225	0.1225	3	30	11.025
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)	0.2	2.35	3.05	7.1675			5.7075	0.86	7	34.35915

Πορτες	Εσωτερική	0.038	0.73	2	1.46	1.46	2	7	20.44
<b>29 Cook</b>									
Οροφή Ceiling(Exposed deck)		0.45	4.4	2.45	10.78	10.78	1.12	30	362.208
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)		0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοιχισμός (εξωτερικός)		0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	30	346.236
Δεξίος Διατοιχισμός εξω (STBD side)		0.4	2.45	3.05	7.4725	7.4725	1.12	30	246.96
Υαλοπιννακες		0.008	0.35	0.35			3	30	11.025
Αριστερός Διατοιχισμός εσω (Port side)		0.2	2.45	3.05	7.4725	7.4725	0.86	7	36.19525
Πορτες	Εσωτερική	0.038	0.73	2	1.46	1.46	2	7	20.44
<b>Total</b>									
									673.04255

<b>30 Crew's Spare</b>									
Οροφή Ceiling (Lower Brid.deck)(θερμ)		0.3	4.4	2.8	12.32	12.32	0.86	1	10.5952
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)		0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	7	80.7884
Πρυμνός Διατοιχισμός (εξωτερικός)		0.4	4.4	3.05	13.42	13.42	1.12	30	450.912
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)		0.4	2.8	3.05	8.54	8.4175	1.12	30	282.828
Υαλοπιννακες		0.008	0.35	0.35			3	30	11.025
Δεξίος Διατοιχισμός εσω (STBD side)		0.2	2.8	3.05	8.54	7.08	0.86	7	42.6216
Πορτες	Εσωτερική	0.038	0.73	2	1.46	1.46	2	7	20.44
<b>Total</b>									
									899.2102

<b>31 Crew's Smoking room</b>									
Οροφή Ceiling (Lower Brid.deck)(θερμ)		0.3	4.4	5.2	22.88	22.88	0.86	1	19.6768
Πλωρίος Διατοιχισμός (εσωτερικός)		0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	7	63.21
Πορτες	Εσωτερική	0.012	1.46	2			2.92	2	40.88
Πρυμνός Διατοιχισμός (εσωτερικός)		0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	7	80.7884
Δεξίος Διατοιχισμός εσω (STBD side)		0.2	5.2	3.05	15.86	14.4	0.86	7	86.688
Πορτες	Εσωτερική	0.038	0.73	2	1.46	1.46	1.46	2	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)		0.4	5.2	3.05	15.86	15.32	1.12	30	514.752
Υαλοπιννακες		0.008	0.45	0.6			3	30	48.6

<b>32 Crew's Mess Room + 33 Pantry SP</b>											Total	875.0352
Οροφή Ceiling (Lower Brid.deck)(θερμ)	0.3	5.2	5.6	29.12					29.12	0.86	1	25.0432
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	5.6	3.05	17.08					16.54	1.12	30	555.744
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6						0.54	2	30	32.4
Πρμυός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	5.6	3.05	17.08					12.7	0.86	7	76.454
Πορτες Εσωτερική	0.012		1.46						2.92	2	7	40.88
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73						1.46	2	7	20.44
Δεξιάς Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	5.2	3.05	14.4					14.4	0.86	10	123.84
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73						1.46	2	7	20.44
Αριστερός Διατοιχισμός εξω (Port side)	0.4	5.2	3.05	15.86					15.32	1.12	30	514.752
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6						0.54	2	30	32.4
<b>34 Galley</b>											Total	1442.3932
Οροφή Ceiling (Lower Brid.deck)(θερμ)	0.3	8	5.2	41.6					41.6	0.86	1	35.776
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	8	3.05	24.4					23.86	1.12	30	801.696
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6						0.54	2	30	32.4
Πρμυός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.2	8	3.05	24.4					22.94	0.86	7	138.0988
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73						1.46	2	7	20.44
Δεξιάς Διατοιχισμός εσω (STBD side)	0.2	5.2	3.05	15.86					14.4	0.86	10	123.84
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73						1.46	2	7	20.44
<b>35 Officer's Parity + 36 Officer's Mess Room</b>											Total	1172.6908
Οροφή Ceiling (Lower Brid.deck)(θερμ)	0.3	7.2	5.2	37.44					37.44	0.86	1	32.1984
Πλωρίος Διατοιχισμός (εξωτερικός)	0.4	7.2	3.05	21.96					21.15	1.12	30	710.64
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6						0.81	2	30	48.6
Πρμυός Διατοιχισμός (εσωτερικός)	0.4	7.2	3.05	21.96					17.58	1.12	1	19.6896
Πορτες Εσωτερική	0.012		1.46						2.92	2	7	40.88
Πορτες Εσωτερική	0.038		0.73						1.46	2	7	20.44
Δεξιάς Διατοιχισμός εξω (STBD side)	0.4	5.2	3.05	15.86					15.32	1.12	30	514.752
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6						0.54	2	30	32.4

Total	1419.6
-------	--------

### 37 Officer's smoking room

Οροφή Ceiling (Lower Bridg deck)(Θερμ)	0.3	6	4.4	26.4	26.4	0.86	1	22.704
Δεξιάς Διατοχισμός εξω (STBD side)	0.4	6	3.05	18.3	17.76	1.12	30	596.736
Υαλοπινάκες	0.008	0.45	0.6	0.54	0.54	2	30	32.4
Αριστερός Διατοχισμός εσω (Port side)	0.4	6	3.05	18.3	18.3	1.12	7	143.472
Πορτές Εσωτερική	0.038	2	0.73	1.46	1.46	2	7	20.44
Πρυμνός Διατοχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	1	11.5412
Total								827.2932

### 38 Hospital

Οροφή Ceiling (Lower Bridg deck)(Θερμ)	0.3	4.8	4.4	21.12	21.12	0.86	1	18.1632
Πρυμνός Διατοχισμός (εσωτερικός)	0.2	4.4	3.05	13.42	13.42	0.86	1	11.5412
Πρυμνός Διατοχισμός (εξωτερικός)	0.4	4.4	3.05	13.42	13.42	1.12	30	450.912
Δεξιάς Διατοχισμός εξω (STBD side)	0.4	4.8	3.05	14.64	14.5175	1.12	30	487.788
Υαλοπινάκες	0.008	0.35	0.35	0.1225	0.1225	3	30	11.025
Αριστερός Διατοχισμός εσω (Port side)	0.2	4.8	3.05	14.64	14.64	1.12	7	114.7776
Πορτές Εσωτερική	0.038	2	0.73	1.46	1.46	2	7	20.44
Total								1114.647