

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΧΩΡΟ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΕΛΕΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην μελέτη εγκατάστασης κεντρικού κλιματισμού και εξοπλισμού με χρήση φυσικού αερίου σε επαγγελματικό χώρο. Στη σύγχρονη εποχή που διανύουμε τόσο ο κλιματισμός όσο και το φυσικό αέριο καταλαμβάνουν σπουδαία θέση στον βιομηχανικό τομέα αλλά και στον οικιακό.

Στην συγκεκριμένη Εργασία αναπτύχθηκε ο σχεδιασμός ενός συστήματος κεντρικού κλιματισμού που η ψυκτική μονάδα θα λειτουργεί με την καύση φυσικού αερίου και όχι με το ηλεκτρικό ρεύμα που για τα μεγάλα συστήματα απαιτεί εγκατάσταση υποσταθμού της Δ.Ε.Η.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Καλογήρου Ιωάννη, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας για την πολύτιμη βοήθεια του και καθοδήγηση που μου πρόσφερε για την ολοκλήρωση της Εργασίας. Επίσης ευχαριστώ τον κ. Σκούρα Ευγένιο, Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας για την πολύτιμη βοήθεια του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε με σκοπό τη μελέτη εγκατάστασης κεντρικού κλιματισμού και εξοπλισμού με χρήση φυσικού αερίου σε κτίριο διοργάνωσης δεξιώσεων.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τρία κεφάλαια, στα οποία συμπεριλαμβάνονται αρκετά υποκεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μελέτη εγκατάστασης του κεντρικού κλιματισμού στην αίθουσα δεξιώσεων, ενώ το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη μελέτη εγκατάστασης εξοπλισμού φυσικού αερίου στο χώρο της κουζίνας και του δικτύου φυσικού αερίου που συνδέεται με τον εξοπλισμό και τις ψυκτικές μονάδες. Και στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση τόσο του κλιματιστικού εξοπλισμού όσο και του δικτύου φυσικού αερίου.

Το πρώτο κεφάλαιο εμπεριέχει αρκετές υποενότητες από τις οποίες η αρχική είναι η εισαγωγή όπου περιλαμβάνονται οι στόχοι που θα πρέπει να πλήρη μια κλιματιστική μονάδα, καθώς και μια μικρή ιστορική αναδρομή για τον κλιματισμό. Στη δεύτερη υποενότητα περιγράφονται τα θεωρητικά στοιχεία και τα επιμέρους τμήματα μιας βασικής κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. Ενώ στην τρίτη υποενότητα περιγράφεται η μελέτη κλιματισμού που περιλαμβάνει τα τεχνικά στοιχεία του κλιματισμού καθώς και το τεύχος υπολογισμών.

Για το δεύτερο κεφάλαιο η πρώτη υποενότητα είναι μια εισαγωγή στο φυσικό αέριο και αναλύει τι είναι το φυσικό αέριο, ποιος είναι ο ρόλος του στην ελληνική ενεργειακή σκηνή, ποια είναι η νομοθεσία που το διέπει και μια σύντομη ιστορική αναδρομή. Στη δεύτερη υποενότητα περιγράφεται η μελέτη εσωτερικής εγκατάστασης του φυσικού αερίου και περιλαμβάνει τη διαδικασία σύνδεσης με το δίκτυο φυσικού αερίου, την τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης του φυσικού αερίου και το τεύχος των υπολογισμών.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ένα περιληπτικό κοστολόγιο της εγκατάστασης της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας καθώς και του δικτύου φυσικού αερίου.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν τρία παραρτήματα στα οποία παρουσιάζονται τα σχέδια που χρησιμοποιήθηκαν για τις μελέτες κλιματισμού και φυσικού αερίου (Παράρτημα Α), οι πίνακες της ASHRAE που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη κλιματισμού (Παράρτημα Β) και οι πίνακες και τα έντυπα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη φυσικού αερίου (Παράρτημα Γ).

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Εργασία είναι ότι το κόστος εγκατάστασης του κεντρικού κλιματισμού με χρήση φυσικού αερίου είναι μεγαλύτερο από το κόστος μιας απλής εγκατάστασης κεντρικού κλιματισμού. Αλλά αν αναλογιστεί κανείς τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση του φυσικού αερίου για τον κλιματισμό αλλά και για τις συσκευές τις κουζίνας, τότε το επιπλέον κόστος θεωρείται αποδοτικό. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε εδώ ότι η κύρια πρωτοτυπία της Εργασίας αυτής είναι η καύση φυσικού αερίου για τον κεντρικό κλιματισμό ενός επαγγελματικού χώρου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

1.1 Εισαγωγή	1
1.1.1 Τι επιδιώκουμε με τον κλιματισμό.....	1
1.1.2 Ιστορική αναδρομή	2
1.2 Θεωρητικά στοιχεία κεντρικού κλιματισμού.....	4
1.2.1 Σύστημα κεντρικού κλιματισμού μόνο με αέρα μονού αγωγού με σταθερή παροχή.....	4
1.2.2 Περιληπτική περιγραφή ενός συστήματος κεντρικού κλιματισμού.....	4
1.3 Μελέτη κλιματισμού	9
1.3.1 Τεχνικά στοιχεία του κλιματιστικού συστήματος	9
1.3.2 Τεύχος υπολογισμών	9

2. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

2.1 Εισαγωγή	34
2.1.1 Τι είναι και πώς σχηματίζεται	34
2.1.2 Ιστορική αναδρομή	36
2.1.3 Το φυσικό αέριο στην ελληνική ενεργειακή σκηνή	36
2.1.4 Νομοθεσία και θεσμικό πλαίσιο φυσικού αερίου	38
2.2 Μελέτη εγκατάστασης φυσικού αερίου	39
2.2.1 Σύνδεση με το δίκτυο φυσικού αερίου	39
2.2.2 Τεχνική περιγραφή εγκατάστασης φυσικού αερίου	40
2.2.3 Τεύχος υπολογισμών	51
2.2.4 Πράξεις- υπολογισμοί-αποτελέσματα	54

3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.1 Κόστος εγκαταστάσεων κλιματιστικού εξοπλισμού και δικτύου φυσικού αερίου	65
---	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	93

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100
--------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τεχνικός όρος κλιματισμός έχει γίνει πλέον οικείος στην μεγάλη μάζα της σύγχρονης κοινωνίας. Η αύξηση του βιοτικού επιπέδου του σημερινού μέσου εισοδηματία και τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή κλιματισμού στους επαγγελματικούς χώρους (γραφεία, καταστήματα, εργοστάσια κτλ) έδωσαν μια γρήγορη ώθηση στις βιομηχανίες παραγωγής κλιματιστικών εξοπλισμών και ένα νέο προσανατολισμό απασχολήσεως ενός μεγάλου αριθμού τεχνικών

1.1.1 Τι επιδιώκουμε με τον κλιματισμό

Το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του σύγχρονου ανθρώπου δαπανάται μέσα σε κλειστούς χώρους εργασίας, ψυχαγωγίας ή και κατοικίας. Επομένως ο άνθρωπος θα πρέπει να φροντίζει, οι χώροι αυτοί να είναι υγιεινοί και ευχάριστοι. Οι στόχοι αυτοί μπορούν να πραγματοποιηθούν με την εγκατάσταση κλιματισμού. Τα σπουδαιότερα από τα στοιχεία του αέρα, ενός κλειστού χώρου, που μπορεί να ελέγχει ο κλιματισμός και να εξασφαλίζει έτσι άνεση και υγιεινό περιβάλλον είναι:

- I. Η θερμοκρασία του αέρα
- II. Η υγρασία του αέρα
- III. Η καθαρότητα του αέρα, ο αέρας που προσάγεται σε ένα κλιματιζόμενο χώρο, πρέπει να είναι απαλλαγμένος από ξένα σωματίδια (σε ειδικές περιπτώσεις και από μικρόβια). Ο καθαρισμός του αέρα εξασφαλίζεται με ειδικά για κάθε περίπτωση φίλτρα.
- IV. Η κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο. Ο αέρας του χώρου, αφενός μεν πρέπει να ανανεώνεται αφετέρου δε πρέπει να κατανέμεται ομοιόμορφα και περιορίζει τη δημιουργία επικινδύνων ρευμάτων.
- V. Η στάθμη θορύβου. Είναι δυνατόν μία κλιματιστική εγκατάσταση να εξασφαλίζει και τους τέσσερις πρώτους στόχους του κλιματισμού. Όμως αν η στάθμη θορύβου ξεπερνά ορισμένα όρια, η παραμονή του ανθρώπου στον κλιματιζόμενο χώρο δεν είναι καθόλου ευχάριστη και σε υπερβολικά υψηλή στάθμη θορύβου καθόλου υγιεινή.

Ο όρος κλιματισμός αναφέρεται γενικά σε οποιαδήποτε μορφή της ψύξης, θέρμανσης, εξαερισμού, απολύμανσης, κίνησης και θορύβου που τροποποιεί την κατάσταση του αέρα. Σύστημα κλιματισμού είναι μια συσκευή, σύστημα ή μηχανισμός που σταθεροποιεί τη θερμοκρασία του αέρα και την υγρασία εντός της περιοχής που χρησιμοποιείται για την ψύξη, καθώς και τη θέρμανση ανάλογα με τις ιδιότητες του αέρα σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, συνήθως με τη χρήση του κύκλου ψύξης αλλά μερικές φορές με τη χρήση της εξάτμισης, καθαρίζει τον αέρα κλιματισμού και διανέμει τον αέρα κλιματισμού στον χώρο αποφεύγοντας την δημιουργία ρευμάτων και θορύβου

1.1.2 Ιστορική αναδρομή

Παρόλο που η μεταφορά θερμότητας μέσω μηχανημάτων για την παροχή κλιματισμού είναι μια σχετικά σύγχρονη εφεύρεση, η ψύξη των κτιρίων δεν είναι. Οι ευκατάστατοι αρχαίοι Ρωμαίοι διοχέτευαν νερό υδραγωγείου μέσα στους τοίχους για να ψύχουν τα πολυτελή τους σπίτια. Το 2ο αιώνα ο κινέζος εφευρέτης Ding Huan της Δυναστείας Han επινόησε ένα περιστρεφόμενο ανεμιστήρα για κλιματισμό, με επτά χειροκίνητους τροχούς 3 μέτρων σε διάμετρο. Το 747, ο αυτοκράτορας Xuanzong της δυναστείας Tang (618-907) είχε χτίσει στο αυτοκρατορικό ανάκτορο την Αίθουσα Δροσιάς (Liang Tian), την οποία το Tang Yulin περιγράφει ως έχουσα για κλιματισμό ανεμιστήρες τροχούς τροφοδοτούμενος με νερό, καθώς και ρεύματα πιδάκων νερού από σιντριβάνια. Κατά τη διάρκεια της μετέπειτα δυναστείας Song (960-1279), οι γραπτές πηγές ανέφεραν τον περιστρεφόμενο ανεμιστήρα κλιματισμού ως ακόμη πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο.

Η μεσαιωνική Περσία είχε κτίρια που χρησιμοποιούσαν στέρνες και αιολικούς πύργους για την ψύξη των κτιρίων κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου: οι στέρνες ήταν μεγάλες ανοικτές (όχι υπόγειες) δεξαμενές σε κεντρικές αυλές, που συνέλλεγαν βρόχινο νερό. Οι αιολικοί πύργοι είχαν παράθυρα που μπορούσαν να αλιεύσουν τον άνεμο και εσωτερικά πτερύγια που κατεύθυναν τη ροή αέρα προς τα κάτω, στο εσωτερικό του κτιρίου, συνήθως πάνω από την στέρνα και μέσω ενός κάθετου πύργου ψύξης. Το νερό της στέρνας εξατμιζόταν ψύχοντας τον αέρα μέσα στο κτίριο.

Οι εξαιρεσθήρες επινοήθηκαν στην μεσαιωνική Αίγυπτο και χρησιμοποιούνταν ευρέως σε πολλά σπίτια σε όλο το Κάιρο κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα. Αυτοί οι ανεμιστήρες περιγράφονται αργότερα λεπτομερώς από τον Abd al-Latif al-Baghdadi το 1200, που ανέφερε ότι σχεδόν κάθε σπίτι στο Κάιρο είχε ανεμιστήρα, και ότι κόστιζαν από 1 έως 500 δηνάρια ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους. Οι περισσότεροι ανεμιστήρες στην πόλη ήταν προσανατολισμένοι προς την Qibla, όπως ήταν η πόλη γενικότερα.

Κατά το 1600 ο Κορνήλιος Drebbel απέδειξε πως "ο Χειμώνας μετατρέπεται σε Καλοκαίρι" για τον James I της Αγγλίας, με την προσθήκη αλατιού στο νερό.

Το 1820, ο βρετανός επιστήμονας και εφευρέτης Michael Faraday ανακάλυψε ότι συμπιέζοντας και υγροποιώντας αμμωνία μπορούσε να ψύξει τον αέρα, όταν η υγροποιημένη αμμωνία αφηνόταν να εξατμιστεί.

Το 1842, ο John Gorrie γιατρός από τη Φλόριδα χρησιμοποίησε τεχνολογία συμπίεσης για τη δημιουργία πάγου, τον οποίο χρησιμοποιούσε για να ψύχει αέρα για τους ασθενείς του στο νοσοκομείο. Έλπιζε να χρησιμοποιήσει τη μηχανή παραγωγής πάγου για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας των κτιρίων. Ακόμη οραματιζόταν κεντρικό κλιματισμό που θα μπορούσε να ψύξει ολόκληρες πόλεις. Αν και το πρωτότυπο του Gorrie παρουσίασε διαρροή και δεν λειτούργησε σωστά, το 1851 του χορηγήθηκε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τη μηχανή παραγωγής πάγου. Οι ελπίδες για την επιτυχία της εξαφανίστηκαν σύντομα, όταν πέθανε ο κύριος οικονομικός χορηγός του. Ο Gorrie δεν βρήκε τα χρήματα που χρειαζόντουσαν για την εξέλιξη της μηχανής. Σύμφωνα με την βιογράφο του, Vivian Sherlock, κατηγορούσε τον "Βασιλιά του Πάγου" Frederic Tudor για την αποτυχία του, καθώς υποψιαζόταν ότι είχε ξεκινήσει εκστρατεία εναντίον της εφεύρεσής του. Ο Δρ. Gorrie πέθανε εξαθλιωμένος το 1855 και η ιδέα του κλιματισμού ξεθώριασε για 50 χρόνια.

Πρώρες εμπορικές εφαρμογές κλιματισμού είχαν κατασκευαστεί για την ψύξη του αέρα περισσότερο για την ανάπτυξη της βιομηχανίας παρά για προσωπική άνεση. Το 1902 εφευρέθηκε το πρώτο σύγχρονο ηλεκτρικό κλιματιστικό από τον

Willis Haviland Carrier στο Syracuse, της Νέας Υόρκης. Σχεδιασμένη για να βελτιώνει τη διαδικασία ελέγχου παραγωγής σε ένα εργοστάσιο εκτύπωσης, η εφευρέσή αυτή δεν ρύθμιζε μόνο τη θερμοκρασία αλλά και την υγρασία. Η χαμηλή θερμότητα και η υγρασία χρειαζόντουσαν για να συμβάλλουν στη διατήρηση των διαστάσεων του χαρτιού και την εξισορρόπηση των μελανιών. Αργότερα η τεχνολογία του Carrier εφαρμόστηκε για την αύξηση της παραγωγικότητας στον εργασιακό χώρο, και ιδρύθηκε η Εταιρεία Κλιματισμού Carrier Αμερικής για να ανταποκριθεί στην αυξανόμενη ζήτηση. Με την πάροδο του χρόνου ο κλιματισμός άρχισε να χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της άνεσης σε σπίτια και οχήματα. Οι πωλήσεις κατοικιών διευρύνθηκαν σημαντικά κατά τη δεκαετία του 1950.

Το 1906, ο Stuart W. Cramer από τη Νότια Καρολίνα των ΗΠΑ, διερευνούσε μεθόδους πρόσθεσης υγρασίας στην ατμόσφαιρα του κλωστοϋφαντηρίου του. Ο Cramer επινόησε τον όρο "κλιματισμός", χρησιμοποιώντας τον στην αίτηση διπλώματος ευρεσιτεχνίας που κατέθεσε εκείνη τη χρονιά, ανάλογο με τον όρο "κλιματισμός νερού", που ήταν μια πολύ γνωστή διαδικασία για τη διευκόλυνση της επεξεργασίας των υφασμάτων. Συνδύασε την ύγρανση με τον εξαερισμό για να "ρυθμίσει" και να αλλάξει την ατμόσφαιρα στα εργοστάσια, ελέγχοντας τα επίπεδα της υγρασίας που ήταν τόσο απαραίτητη στις κλωστοϋφαντουργικές μονάδες. Ο Willis Carrier υιοθέτησε τον όρο και τον ενσωμάτωσε στο όνομα της εταιρείας του. Αυτή η εξάτμιση του νερού στον αέρα, ώστε να παρέχει ψυκτική επίδραση, είναι πλέον γνωστή ως εξατμιζόμενη ψύξη.

Τα πρώτα κλιματιστικά και τα ψυγεία χρησιμοποιούσαν τοξικά ή εύφλεκτα αέρια όπως αμμωνία, χλωριούχο μεθάνιο, και προπάνιο, τα οποία εάν διέρρεαν θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε θανατηφόρα ατυχήματα. Το 1928, ο Midgley Thomas, Jr. δημιούργησε το Freon, το πρώτο χλωρο-φθοριο-υδρογον-ανθρακικό αέριο. Το ψυκτικό αυτό μέσο ήταν πολύ πιο ασφαλές για τον άνθρωπο αλλά αργότερα αποδείχθηκε βλαβερό για την ατμόσφαιρα με την καταστροφή του όζοντος στη στρατόσφαιρα. Οι βιολογικές επιπτώσεις που προκύπτουν περιλαμβάνουν την αύξηση των κρουσμάτων καρκίνου του δέρματος, καταστροφές στα φυτά, καθώς και τη μείωση του ωκεάνιου πλαγκτόν.

Το Freon είναι ένα όνομα εμπορικού σήματος της DuPont για κάθε χλωροφθορανθρακικό (CFC), υδρογονωμένο CFC (HCFC), ή υδροφθορανθρακικό (HFC) ψυκτικό μέσο. Το κάθε όνομα συμπεριλαμβάνει έναν αριθμό που δηλώνει τη μοριακή σύνθεση (E-11, E-12, E-22, E-134A). Το μείγμα που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το HCFC γνωστό ως E-22. Θα πρέπει να καταργηθεί σταδιακά από το 2010 η χρήση του σε νέο εξοπλισμό και να διακοπεί πλήρως μέχρι το 2020. Το E-12 ήταν το πιο κοινό μείγμα που χρησιμοποιούνταν σε οχήματα στις ΗΠΑ μέχρι το 1994, όταν πλέον άλλαξε σε E-134A. Τα E-11 και E-12 δεν κατασκευάζονται πλέον στις ΗΠΑ. Διάφορα ψυκτικά μέσα που δεν καταστρέφουν το όζον έχουν αναπτυχθεί ως εναλλακτικές λύσεις, συμπεριλαμβανομένου του E-410A, που εφευρέθηκε από την Honeywell (πρώην AlliedSignal) στο Buffalo της Νέας Υόρκης και πωλούνται με το όνομα Genetron (R) AZ-20 που χρησιμοποιήθηκε εμπορικά για πρώτη φορά από την Carrier με το εμπορικό σήμα Puron. Η καινοτομία στις τεχνολογίες κλιματισμού συνεχίζεται, με πολύ πρόσφατη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων. Ως εναλλακτική λύση στα συμβατικά ψυκτικά μέσα, έχουν προταθεί φυσικές εναλλακτικές λύσεις όπως το CO₂ (E-744).

1.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο δεν θα γίνει αναφορά σε όλα τα συστήματα κεντρικού κλιματισμού επειδή δεν αφορούν αυτήν την εργασία. Εξάλλου ο οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος μπορεί να ανατρέξει στην σχετική βιβλιογραφία του κλιματισμού και να αντλήσει τις πληροφορίες που τον ενδιαφέρει. (π.χ θέρμανση-κλιματισμός του Β. Η. Σελλούντος).

1.2.1 Σύστημα κεντρικού κλιματισμού μόνο με αέρα, μονού αγωγού και με σταθερή παροχή.

Με βάση τον τρόπο και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών ανέσεως στον κλιματιζόμενο χώρο συμπεραίνεται ότι στην παρούσα εργασία θα λειτουργεί ένα σύστημα κλιματισμού μόνο με αέρα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων είναι ότι επεξεργάζονται σε κεντρικές μονάδες νωπό αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας και οδηγούν στον κλιματιζόμενο χώρο, κατάλληλη ποσότητα, μέσο δικτύου αεραγωγών.

Διακρίνεται δε η υποκατηγορία μονής διαδρομής ή μονοβάθμια όπου όλες οι επεξεργασίες του αέρα γίνονται στο μηχανοστάσιο. Οι εναλλάκτες ψύξεως και θερμάνσεως του προσαγόμενου αέρα τοποθετούνται “εν σειρά” ως προς τη ροή και χρησιμοποιείται ένα και μόνο δίκτυο αεραγωγών, για την προσαγωγή του αέρα στα στόμια. Η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα είναι ίδια σε όλες τις θέσεις προσαγωγής.

Μία περαιτέρω διάκριση των μονοβάθμιων συστημάτων κλιματισμού είναι το σύστημα σταθερής παροχής. Γενικά το σύστημα κεντρικού κλιματισμού μόνο με αέρα, μονού αγωγού και με σταθερή παροχή είναι το απλούστερο σύστημα και μπορεί να εξυπηρετήσει ομάδα χώρων ομοειδών απαιτήσεων. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι τοπικό ή κεντρικό. Η ποσότητα του αέρα που προσάγεται στους είναι σταθερή και δεδομένη. Η προσαρμογή στις θερμοκρασιακές ανάγκες επιτυγχάνεται με μεταβολή της θερμοκρασίας του προσαγόμενου αέρα. Με τη προσθήκη υγραντήρα μπορεί να ρυθμίζει και την υγρασία, κατά την περίοδο της θερμάνσεως.

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

1.2.2 Περιληπτική περιγραφή ενός συστήματος κεντρικού κλιματισμού.

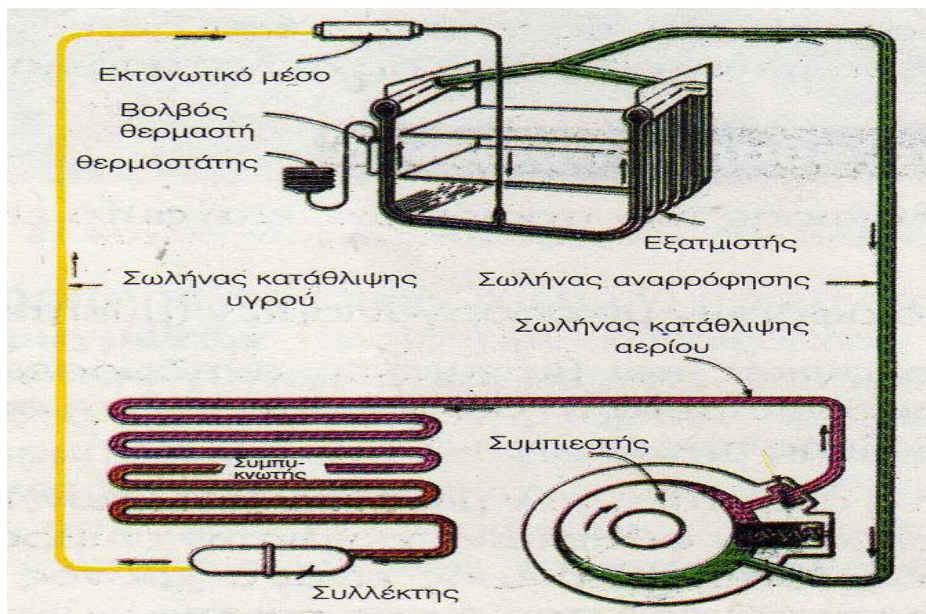
Σε ένα σύστημα κεντρικού κλιματισμού προκειμένου να λειτουργεί ικανοποιητικά, με ασφάλεια, οικονομία και απόδοση απαιτείτε η συνδυασμένη λειτουργία πολλών συσκευών και εξαρτημάτων ταυτόχρονα. Ακολουθεί μία περιληπτική περιγραφή αυτών των συσκευών και των κύριων εξαρτημάτων που απαρτίζουν το ένα κλιματιστικό σύστημα που θα εγκατασταθεί με βάση αυτήν την μελέτη. Επιγραμματικά αναφέρονται τα επί μέρους στοιχεία και στην συνέχεια μελετούνται ξεχωριστά.

- Το σύστημα ψύξης του αέρα
- Το σύστημα επεξεργασίας του αέρα
- Το σύστημα κυκλοφορίας του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο
- Το σύστημα ελέγχου και οι ασφαλιστικές διατάξεις του συστήματος

Στις παραγράφους που ακολουθούν δίδεται μία μικρή εικόνα αυτών των επιμέρους στοιχείων που απαρτίζουν ένα κλιματιστικό σύστημα. Επισημαίνεται ότι δεν θα αναλυθούν λεπτομερώς καθώς αυτά τα στοιχεία θεωρούνται γνωστά.

I. Το σύστημα ψύξης του αέρα

Πρόκειται για το γνωστό ψυκτικό κύκλο που απαρτίζεται από συμπιεστή, συμπυκνωτή, εκτονωτικό μέσο, εξατμιστή και σωληνώσεις, λειτουργεί με συμπίεση ατμών και είναι αντλία θερμότητας. Για το σύστημα κλιματισμού που έχει σχεδιαστεί ο συμπιεστής και ο αερόψυκτος συμπυκνωτής βρίσκεται στην ίδια διάταξη και πωλούνται στην αγορά ως ένα, είναι δηλαδή μία κλασική εξωτερική μονάδα κλιματιστικού, ο δε εξατμιστής και το εκτονωτικό μέσο βρίσκονται εντός στο σύστημα επεξεργασίας του αέρα και η μεταφορά της θερμότητας επιτυγχάνεται με ένα ψυκτικό μέσο από τις σωληνώσεις που κλείνουν το σύστημα. Φυσικά με την χρήση τετραόδου βαλβίδας ο ψυκτικός κύκλος αντιστρέφεται για να μπορούμε να επιτύχουμε και χειμερινό κλιματισμό. Συνήθως αυτό το σύστημα πωλείται τυποποιημένο. Η βασική διάταξη ενός ψυκτικού κύκλου φαίνεται στο σχήμα 1.1

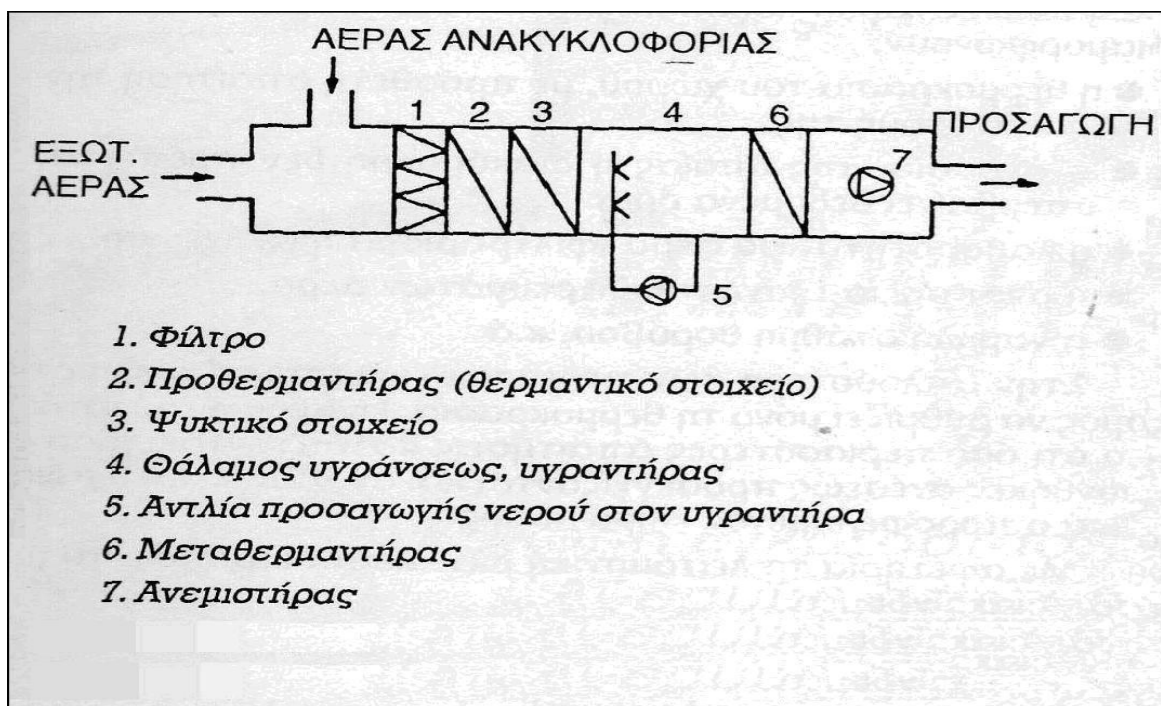


Σχήμα 1.1: Ψυκτικός κύκλος με συμπίεση ατμών

II. Το σύστημα επεξεργασίας του αέρα

Είναι η κυρίως κλιματιστική μονάδα όπου συντελείται η επεξεργασία του αέρα, όπως το φιλτράρισμα, η ανάμιξη, η ψύξη ή θέρμανση, η ύγρανση ή αφύγρανση καθώς και η κυκλοφορία του μίγματος αέρα. Αποτελείται από μέρους τμήματα τα οποία φέρουν τα κατάλληλα εξαρτήματα επεξεργασίας του αέρα. Αυτά τα τμήματα είναι:

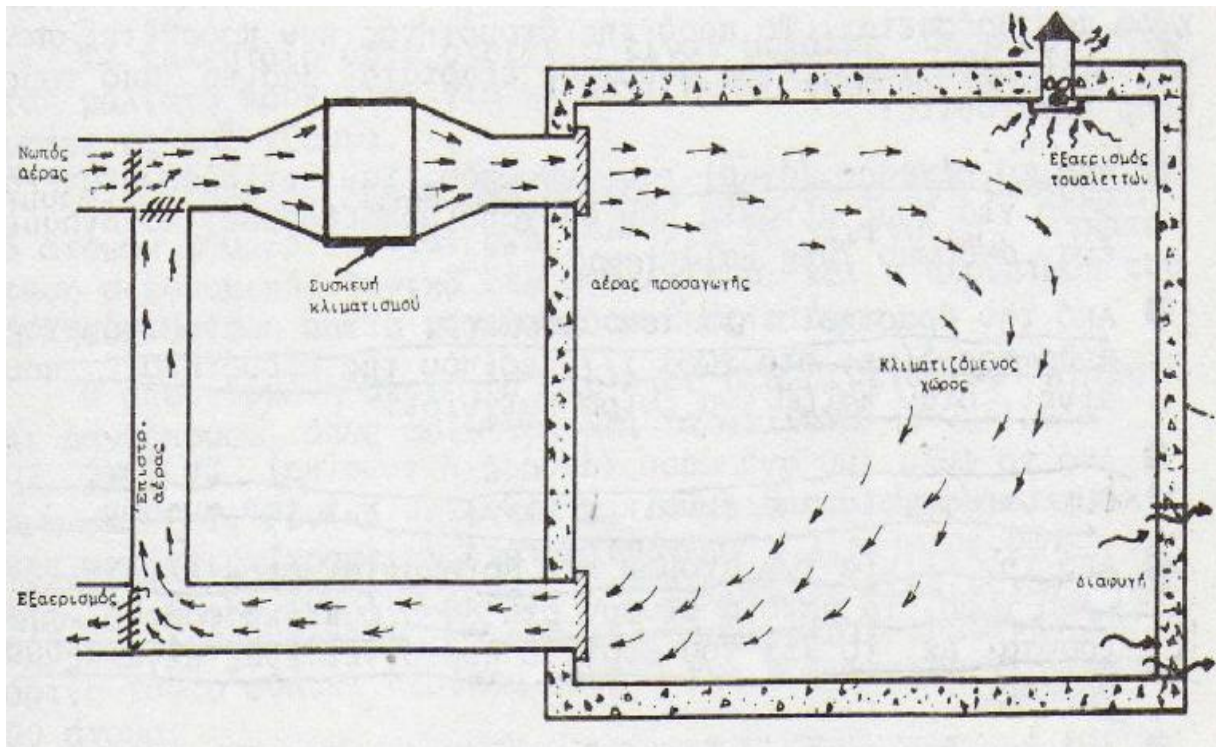
- Το τμήμα των ανεμιστήρων
Αφορά τον χώρο που βρίσκονται οι ανεμιστήρες φυγοκεντρικού τύπου όπου αναρροφούν αέρα από το τμήμα μίξεως νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα και τον εκτοξεύουν προς τα εμπρός.
- Το τμήμα υγράνσεως
Αφορά τον χώρο που βρίσκονται τα εξαρτήματα που διορθώνουν την υγρασία του κλιματιζόμενου αέρα (θερμαινόμενου) με την προσθήκη υγρασίας στον αέρα. Τα εξαρτήματα αυτά ονομάζονται υγραντήρες και ελέγχονται από τον υδροστάτη χώρου μέσω μίας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Κατά την ψύξη, η επιπλέον υγρασία που μπορεί να φέρει ο αέρας υγροποιείται στα στοιχεία και αποβάλλεται από το σύστημα σε υγρή μορφή.
- Το τμήμα των στοιχείων
Αφορά τον χώρο που βρίσκονται οι εναλλάκτες θερμότητας υγρού-αέρα όπου δίνουν στον κλιματιζόμενο αέρα την επιθυμητή θερμοκρασία. Ανάλογα την ικανότητα της κλιματιστικής μονάδας μπορεί να φέρει περισσότερα από ένα στοιχεία ψύξεως και ένα στοιχείο θερμάνσεως.
- Το τμήμα των διαφραγμάτων
Αφορά τον χώρο που βρίσκονται τα μετωπικά και παρακαμπτήρια διαφράγματα που ρυθμίζουν την ανάμιξη νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα και διανέμουν τον αναμιγμένο αέρα στα στοιχεία κλιματισμού. βρίσκονται προ των στοιχείων και αμέσως μετά το κιβώτιο μίξεως του αέρα.
- Το τμήμα μίξεως
Αφορά τον χώρο που γίνεται η μίξη νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα και στον οποίο βρίσκονται συνήθως τα φίλτρα αέρα.



Σχήμα 1.2 : Απλοποιημένη διάταξη κεντρικής μονάδος επεξεργασίας αέρα κεντρικού κλιματισμού

III. Το σύστημα κυκλοφορίας του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο

Πρόκειται για το δίκτυο των αεραγωγών που προσάγουν τον κλιματιζόμενο αέρα στον χώρο ή τους χώρους που χρειάζονται κλιματισμό, σε αυτό ανήκει επίσης και το δίκτυο αεραγωγών εξαερισμού του αέρα στον χώρο, όπου ένα ποσοστό του αέρα αποβάλλεται από το κλιματιστικό σύστημα και το υπόλοιπο ποσοστό του, ανακυκλοφορεί στο χώρο μαζί με νωπό αέρα. Ένα σύστημα αεραγωγών αποτελείται κυρίως από τον κεντρικό κλάδο, τους διανομείς και τα σημεία εξόδου, δηλαδή τα στόμια. Στο σχήμα 1.3 διακρίνονται τα επιμέρους τμήματα.



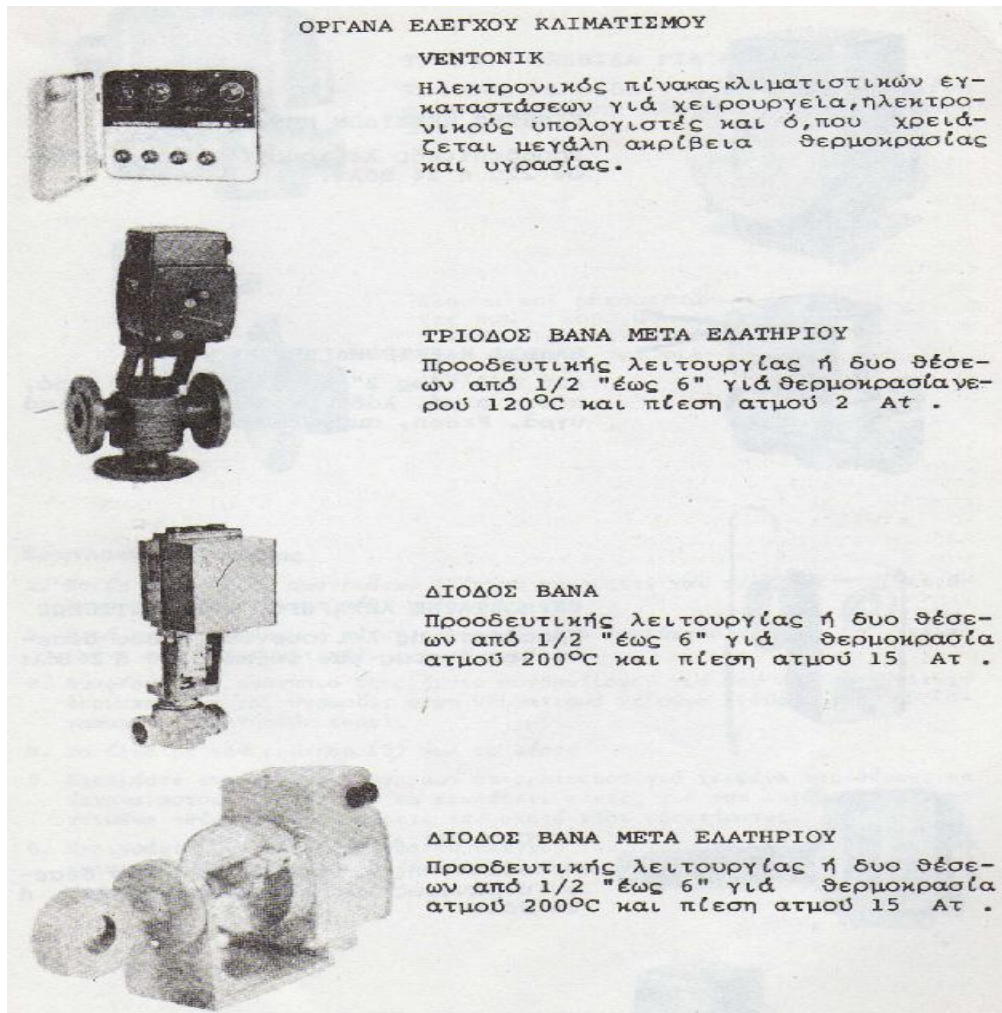
Σχήμα 1.3: Σύστημα κυκλοφορίας επεξεργασμένου αέρα

IV. Το σύστημα ελέγχου και οι ασφαλιστικές διατάξεις του συστήματος

Πρόκειται φυσικά για τα εξαρτήματα αυτοματισμού, τα οποία με την αρμονική τους συνεργασία, εξασφαλίζουν στον κλιματιζόμενο χώρο τους στόχους του κλιματισμού και παρέχουν ασφάλεια και οικονομική λειτουργία των εγκαταστάσεων. Τα συστήματα ελέγχου των κλιματιστικών εγκαταστάσεων μπορούν να καταταγούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Στα συστήματα που ελέγχουν την κατάσταση του αέρα μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο: Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν εξαρτήματα όπως θερμοστάτες, υγραστούτες Ντάμπερς, βαλβίδες, διακόπτες, κ.λ.π. που συνδέονται επί το πλείστον ηλεκτρικός με το κεντρικό σύστημα αυτοματισμού με σκοπό να διατηρούν την θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία στα όρια που επιθυμούνται.
- Προστατευτικά συστήματα ελέγχου: Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν εξαρτήματα που έχουν σαν σκοπό την προστασία της εγκαταστάσεως. Τέτοια εξαρτήματα είναι οι πρεσσοστάτες, φριζοστάτες, βαλβίδες και διακόπτες ασφαλείας, οριακοί διακόπτες, κ.λ.π εξαρτήματα προστασία.

- Συστήματα αυτόματου ελέγχου για την οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης: Τα συστήματα αυτά ελαττώνουν αυτομάτως την ισχύ, το νερό, το ψυκτικό ρευστό, το καύσιμο, κ.λ.π., παράγοντες οικονομίας, ώστε η εγκατάσταση να λειτουργεί όσο γίνεται οικονομικότερα.



Εικόνα 1.1: Όργανα ελέγχου κλιματισμού

1.3 ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.3.1 Τεχνικά στοιχεία του κλιματιστικού συστήματος.

1.3.1.1 Στοιχεία χώρου κλιματισμού.

Η μελέτη αφορά μια αίθουσα δεξιώσεων στην ανατολική απτική. Αποτελείται από δύο ξεχωριστούς χώρους την αίθουσα (σάλα) και το W.C, διαθέτει επίσης και κουζίνα αλλά δεν θα περιληφθεί στην παρούσα μελέτη καθώς είναι δευτερεύουσα κουζίνα η οποία δεν χρησιμοποιείται για κατεξοχήν μαγειρική, τα τρόφιμα θα έχουν μαγειρευτεί σε κεντρική κουζίνα της εταιρίας κέτερινγκ σε άλλο χώρο και θα μεταφέρονται σε αυτήν την κουζίνα για την τελευταία επεξεργασία όπως ζέσταμα, γαρνίρισμα κ.τ.λ. Εξάλλου κατά τους θερινούς μήνες ο χώρος λειτουργεί στις περισσότερες περιπτώσεις στις βραδινές ώρες και γενικά οι δεξιώσεις γίνονται σε εξωτερικό χώρο, η περίπτωση να λειτουργεί ο χώρος το μεσημέρι προς απόγευμα παρατηρείται σε χαμηλότερη συχνότητα και αφορά μικρής κλίμακας δεξιώσεις όπου η κουζίνα δεν χρησιμοποιείται πλήρως. Είναι λοιπόν ενεργειακά και οικονομικά ασύμφορο να κλιματιστεί η κουζίνα αφού μια μονάδα μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, συνεπάγεται φυσικά μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. Για να αποβληθούν τα θερμικά κέρδη που προέρχονται από τις θερμικές συσκευές της κουζίνας ένα απλό σύστημα εξαερισμού θα έλυσε αυτό πρόβλημα.

Η χρήση του κτιρίου προορίζεται για αργά το απόγευμα και το βράδυ, οπότε επιλέγεται σαν κατάλληλος χρόνος 16:00 και όχι 14:00, καθώς 14:00 είναι μεσημέρι τον Ιούνιο ενώ στις 16:00 πλησιάζουν περισσότερο οι πραγματικές συνθήκες του χώρου, επομένως η μελέτη θα πραγματοποιηθεί για την 21η Ιουνίου στις 16:00.

Ο χώρος της αίθουσας έχει εμβαδόν δαπέδου 460 m² και είναι ελαφριά κατασκευή, οι τοίχοι του εν λόγω κτιρίου αποτελούνται από γυάλινες πόρτες και από ψευδοτίπλο γυψοσανίδας, ενώ η οροφή του κτιρίου θα μπορούσε να περιγραφεί σαν ένας πλαστικός θόλος με μικρή κλίση. Το κτίριο αυτό μοιάζει εν ολίγοις με μία κλειστού τύπου μεγάλη 'τέντα' και είναι προσανατολισμένο προς τον βορρά. Έχει ξύλινο δάπεδο που χωρίζεται σε δύο επίπεδα και βρίσκεται πάνω από υπόγειο που δεν κλιματίζεται.

Το W.C έχει εμβαδόν δαπέδου 56m² είναι μεσαία κατασκευή, οι τοίχοι που το περιβάλλουν είναι από τούβλο με επίχρισμα και εσωτερικό φινίρισμα χωρίς μόνωση, το δάπεδο τσιμεντένιο με επικάλυψη ξύλου και η στέγη από πάνελ πάχους 1 in. Είναι εξωτερικά στην δυτική πλευρά της αίθουσας και κατά 1,5 m χαμηλότερα από το επίπεδο αυτής. Έρχεται δηλαδή στο ίδιο επίπεδο με τον υπόγειο χώρο.

Η διαστασιολόγηση του συστήματος κλιματισμού αυτού του χώρου, θα γίνει με βάση αυτά τα στοιχεία και σύμφωνα με την μέθοδο της ASHRAE.

1.3.1.2 Συσκευές κλιματιστικού συστήματος

α) Το σύστημα ψύξης του αέρα

Για την ψύξη-θέρμανση του αέρα κλιματισμού επιλέχθηκαν ως λύση συστήματα κλιματισμού ghr που είναι αντλίες θερμότητας αερίου (gas heat pumps) και λειτουργούν με φυσικό αέριο ή υγραέριο. Η αερόψυκτη εξωτερική μονάδα αποτελείται από μία υδρόψυκτη μηχανή εσωτερικής καύσης υψηλής τεχνολογίας που κινείται με αέριο καύσιμο. Όσο αφορά τους συμπιεστές, το ψυκτικό κύκλωμα, τους εναλλάκτες κλπ, δεν διαφέρει από τα υπάρχοντα ηλεκτροκίνητα συστήματα που κυκλοφορούν στην αγορά. Ο κινητήρας κινεί μέσω ιμάντων τους συμπιεστές, οι οποίοι συμπιέζουν

το ψυκτικό μέσο R410A και στη συνέχεια τροφοδοτούν Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες. Οι εξωτερικές μονάδες που θα χρησιμοποιηθούν είναι των 20 HP και των 25 HP με ψυκτική ισχύ 56 kW και 71 kW αντίστοιχα. Με δύο ίδιες μονάδες από το κάθε είδος θα καλυφθούν οι ανάγκες των περίπου 250 KW ψυκτικής ισχύς και συνδέονται σε παράλληλη συστοιχία. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται ήδη επιτυχώς για 20 χρόνια στην Ιαπωνία. Η εγκατάσταση του σε ξενοδοχεία και επιχειρήσεις εξυπηρέτησης κοινού είναι η πιο ενδεδειγμένη γιατί έχει πολλά πλεονεκτήματα μερικά από τα οποία είναι ότι έχουν το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος, καθώς η χρήση του φυσικού αερίου σε συνδυασμό με τα λοιπά λειτουργικά χαρακτηριστικά τους τα καθιστά οικονομικότερα τουλάχιστον κατά 65% έναντι της ηλεκτρικής ενέργειας. Έχουν αμελητέο κόστος συντήρησης, απαιτώντας ένα απλό Service κάθε 10.000 ώρες λειτουργίας, χάρη στη χαμηλόστροφη λειτουργία του κινητήρα (έως 2550 στροφές/λεπτό). Έχουν υψηλό και σταθερό βαθμό απόδοσης (COP), καθώς δεν διακόπτουν την κανονική και σε ακραίες συνθήκες από 38 έως 45 °C λειτουργία κατά την θέρμανση για αποπάγωση (defrost) του στοιχείου, αφού χρησιμοποιείται για τον σκοπό αυτό η θερμότητα των καυσαερίων και του κυκλώματος ψύξης της μηχανής. Να σημειωθεί επίσης πως η μείωση της θερμικής ισχύος στις ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας στους -2 °C είναι περίπου 20%. Είναι δυνατή η ταυτόχρονη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κατά την λειτουργία σε ψύξη, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας και δεν απαιτείται υποσταθμός της ΔΕΗ. Τα συστήματα αυτά αντικαθιστούν εύκολα τις ήδη υπάρχουσες συμβατικές ηλεκτροκίνητες μονάδες, χωρίς την επέμβαση στο εσωτερικό σύστημα.

Εξωτερική Μονάδα 20 & 25 HP (AXGP 560D1 & AXGP 710D1)



Εικόνα 1.2: Εξωτερική ψυκτική μονάδα με συμπίεση ατμών

β) Το σύστημα επεξεργασίας του αέρα

Για την επεξεργασία του αέρα θα χρησιμοποιηθεί κλιματιστική μονάδα MD ικανότητάς 36000 m³/h που θα καλύπτει τις ανάγκες κλιματισμού και αερισμού από άποψη θερμοκρασίας, υγρασίας, ποιότητας και κατανομής αέρα και ελέγχου της στάθμης θορύβου. Ο τρόπος σχεδίασης του προϊόντος επιτρέπει τον συνδυασμό μεγάλης ποικιλίας εξαρτημάτων έτσι ώστε να παρέχεται η κατάλληλη λύση από τις πιο απλές μέχρι τις πιο σύνθετες και απαιτητικές εφαρμογές. Το μεγάλο εύρος των προσφερομένων παροχών καλύπτει πρακτικά χώρους οποιουδήποτε μεγέθους.

Το περίβλημα της μονάδας αποτελείται από σκελετό από διπλό χαλύβδινο προφίλ με παρεμβολή ειδικού συνθετικού παρεμβύσματος (EDAM) ειδικής σχεδίασης που απομονώνει θερμικά την εξωτερική από την εσωτερική πλευρά και ταυτόχρονα χρησιμεύει για την αεροστεγανότητα της κατασκευής. Διπλά καλύμματα (Panels) από

γαλβανισμένα εν θερμώ χαλυβδοελάσματα, μονωμένα είτε με έγχυση διογκωμένης πολυουρεθάνης είτε με ορυκτοβάμβακα. Οι πόρτες επίσκεψης φέρουν ειδικά κλείστρα που επιτρέπουν το άνοιγμα από 2 πλευρές ή και την εύκολη αφαίρεση τους,

Ο ανεμιστήρας της μονάδας της σειράς MD έχει ιμαντοκίνητο, φυγόκεντρο ανεμιστήρα (με εμπρός κεκλιμένα ή αεροδυναμικά πτερύγια).ο ηλεκτροκινητήρας είναι τριφασικός, βραχυκυκλωμένου δρομέα με προστασία IP 55 και κλάση μόνωσης F.

Οι εναλλάκτες θερμότητας (στοιχεία) για κρύο ή ζεστό νερό ή ψυκτικό μέσο κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνα χωρίς ραφή κατά ASTM B-280 και πτερύγια αλουμινίου. Οι συλλέκτες κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνες.

Επίσης η μονάδα αποτελείται από σταγονοσυλλέκτες από πτερύγια PVC ειδικής μορφής και πλαίσιο από γαλβανισμένα ή ανοξειδωτα ελάσματα. Το τμήμα φίλτρων με συρόμενα προφίλτρα ή σακκόφιλτρα. Το τμήμα ύγρανσης με ψεκασμό νερού, υγραντήρα τύπου laminae ή υγραντήρα ατμού. Το τμήμα ηχοπαγίδων με στοιχεία από διάτρητο γαλβανισμένο έλασμα και μόνωση ορυκτοβάμβακα με κάλυψη από υαλούφασμα.



Εικόνα 1.3: Κλιματιστική μονάδα MD επεξεργασίας αέρα μονού αγωγού

γ) Το σύστημα κυκλοφορίας του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο

Το δίκτυο των αεραγωγών προσαγωγής αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο θα αποτελείται από γαλβανισμένη λαμαρίνα με 1 in μόνωση και θα διέρχεται κάτω από το δάπεδο της αίθουσας στον υπόγειο χώρο αυτής, η σωστή πρακτική είναι ο αέρας προσαγωγής να κατευθύνεται από πάνω προς τα κάτω αλλά σε αυτόν τον χώρο δε γινόταν λόγω της ελαφριάς κατασκευής της οροφής της αίθουσας που δεν έχει την δυνατότητα να φέρει μεγάλο βάρος, επίσης η τοιχοποιία η οποία αποτελείται σχεδόν εξολοκλήρου από υάλινες πόρτες δεν επιτρέπει την διέλευση αεραγωγών. Έτσι με βάση την αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου επιλέχθηκε ως καλύτερη λύση η διέλευση των αεραγωγών κάτω από το δάπεδο της αίθουσας και στόμια δαπέδου που θα διαχέουν τον αέρα από κάτω προς τα πάνω σε χαμηλή ταχύτητα.

Το δίκτυο των αεραγωγών εξαγωγής αέρα από τον κλιματιζόμενο χώρο προς την κλιματιστική μονάδα θα αποτελείται από πολλές σωλήνες σπιράλ που ξεκινούν από τα στόμια αναρρόφησης που βρίσκονται περιμετρικά του κέντρου της οροφής, όπου και συγκεντρώνεται ο θερμός αέρας λόγω του ότι η οροφή συγκλίνει προς το κέντρο της αίθουσας σχηματίζοντας καμινάδα. Επιλέχθηκε δε αυτό το υλικό για δύο λόγους, ο ένας λόγος είναι ότι δεν φέρει μεγάλο βάρος και ο δεύτερος λόγος ότι είναι μαλακό υλικό οπότε δεν θα τραυματίσει τον θόλο.

1.3.2 Τεύχος υπολογισμών

1.3.2.1 Τεύχος υπολογισμών κέρδους θερμότητας

a. Προσδιορισμός συνθηκών άνεσης

Η εσωτερική θερμοκρασία για επίτευξη συνθηκών άνεσης το καλοκαίρι είναι 78-80 F DB, 65 F WB και η σχετική υγρασία (RH) 50%, συνήθως. Η εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ο τρόπος προσδιορισμού και οι τιμές αυτής για διάφορες ελληνικές πόλεις δίνονται στον πίνακα 6 των παραρτημάτων Β όπου προκύπτει για την Αθήνα(Ελληνικό) ο πίνακας 1.1. Επίσης η ιστοσελίδα weatheronline περιέχει χρήσιμες πληροφορίες.

Πίνακας 1.1: Συνθήκες θερμοκρασιών και υγρασίας

ΧΩΡΟΣ	Θερμοκρασία Ξηρού θερμο. (D.B) °F	Θερμοκρασία υγρού θερμο. (W.B) °F	Ειδική υγρασία gr/lb ξηρού αέρα	Σχετική υγρασία %	Παρατηρήσεις
Εξωτερικού περιβάλλοντος	T _o =94.1	64.8	51.15	60-70%	Από weatheronline ιστορικό Ιουνίου
Αίθουσα	T _R =78	65	23.8	50%	
Τουαλέτες	T _R =78	65	23.8	50%	
Διάφορα					

b. Εύρεση διαστάσεων επιφανειών για τα εξωτερικά κέρδη θερμότητας.

Με χρήση των αρχιτεκτονικών σχεδίων του κτιρίου υπολογίζεται το εμβαδόν των διαφόρων επιφανειών που απαρτίζουν την κατασκευή. Στον πίνακα 1.2 συνοψίζονται τα αποτελέσματα.

Πίνακας 1.2: Εμβαδόν επιφανειών κλιματιζόμενων χώρων

Χώρος	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Εμβαδόν Επιφάνειας Ft ²	
Επιφάνειες αίθουσας	Πλαίσιο (γυψοσανίδα (1 1/2) και στις δυο πλευρές) με μόνωση R-11	Νότιος	590,0	
		Δυτικός	114,0	
		Βόρειος	124,0	
		Ανατολικός	153,7	
	Διπλός πλαστικός θόλος	Οροφή	9161,4	
	Ξύλινο πλαίσιο χωρίς μόνωση πάνω από μη κλιματιζόμενο χώρο	Δάπεδο	4948,7	
Επιφάνειες W.C	4 in, με τούβλινη επίστρωση, επίχρισμα και εσωτερικό φινίρισμα χωρίς μόνωση	Νότιος	252,8	
		Δυτικός	209,8	
		Βόρειος	232,4	
		Ανατολικός	96,8	
	Μεταλλική στέγη (πάνελ) με 1in μόνωση και εσωτερική επένδυση με γυψοσανίδα	Οροφή	602,4	
	4 in ελαφριάς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα χωρίς μόνωση	Δάπεδο	602,4	
Μεσότοιχοι	Πλαίσιο (γυψοσανίδα (1 1/2) και στις δυο πλευρές) με μόνωση R-11	Μεσότ. αιθ-w.c	91,4	
	4 in, με τούβλινη επίστρωση, επίχρισμα και εσωτερικό φινίρισμα χωρίς μόνωση	Εσωτ. τοίχος w.c	322,9	
Υαλοπίνακες	Μονό τζάμι διάφανο με μεταλλικό πλαίσιο	Απλή επιφάνεια	Νότιες	53,4
		Συρόμενες υάλινες πόρτες	Δυτικές	152,7
			Βόρειες	524,4
			Ανατολικές	558,0
	Υάλινη πόρτα	Εσωτερική	21,6	
Μεταλλικές επιφάνειες	Μεταλλική με 1 1/2 in πυρήνα πολυεθάνης	Εσωτερικές Πόρτες	43,0	

c. Επιλογή συντελεστή μετάδοσης θερμότητας

Σύμφωνα με τη μέθοδο της ASHRAE από τους πίνακες 1, 3, 15 και 16 του Παραρτήματος Β, θα επιλεγεί ο κατάλληλος συντελεστής μετάδοσης θερμότητας U για κάθε δομικό στοιχείο της κατασκευής. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα 1.3

Πίνακας 1.3: Συντελεστές μετάδοσης θερμότητας U

Χώρος	Δομικό στοιχείο	U BTU/h*Ft ²	Στοιχεία από	Παρατηρήσεις
Οροφή αίθουσας	Διπλός πλαστικός θόλος	0,46	Πίνακα 16	
Δάπεδο αίθουσας	Ξύλινο πλαίσιο χωρίς μόνωση πάνω από μη κλιματιζόμενο χώρο	0,27	Πίνακα 15	
Εξωτερικός και εσωτερικός τοίχος αίθουσας	Πλαίσιο (γυψοσανίδα (1 1/2) και στης δυο πλευρές) με μόνωση R- 11	0.08	Πίνακα 15	
Υαλοπίνακες – Συρόμενες τζαμόπορτες	Μονό τζάμι διάφανο με μεταλλικό πλαίσιο	1,00	Πίνακα 16	Είναι διορθωτικός συντελεστής λόγω πλαισίου
Τοίχος W.C	4 in,με τούβλινη επίστρωση, επίχρισμα και εσωτερικό φινίρισμα χωρίς μόνωση	0.24	Πίνακα 15	
Οροφή W.C	Μεταλλική στέγη (πάνελ) με 1in μόνωση και εσωτερική επένδυση με γυψοσανίδα	0.21	Πίνακα 15	Εκτιμούμε σαν αντίστοιχη περίπτωση, 1 in ξύλινο πάτωμα με 1 in μόνωση R- 2.78
Δάπεδο W.C	4 in ελαφριάς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα χωρίς μόνωση	0,15	Πίνακα 15	
Εσωτερική μεταλλική πόρτα	Μεταλλική με 1 ½ in πυρήνα πολυεθάνης	0,40	Πίνακα 15	

d. Χρόνος εμφάνισης μέγιστου φορτίου

Είναι σημαντικό κατά την μελέτη της εγκατάστασης να εντοπιστεί η ώρα της ημέρας και του μήνα κατά την οποία θα παρατηρηθούν τα μέγιστα εξωτερικά κέρδη θερμότητας σε κάθε χώρο.

Από τον πίνακα 4 των παραρτημάτων φαίνεται ότι ο μήνας με το μεγαλύτερο κέρδος θερμότητας είναι ο Ιούνιος.

Στο συγκεκριμένο κτίριο υπάρχουν μόλις δύο χώροι, η αίθουσα και το W.C. επειδή το W.C βρίσκεται στην δυτική πλευρά του κτιρίου, τότε ο χρόνος του μέγιστου κέρδους θερμότητας θα είναι αργά το απόγευμα, το W.C λόγω μικρών σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο διαστάσεων αναμένεται να επηρεάσει λιγότερο το συνολικό κέρδος θερμότητας του κτιρίου. Η αίθουσα είναι ελαφριά κατασκευή, οι τοίχοι δε του εν λόγω κτιρίου αποτελούνται από γυάλινες πόρτες και από ψευδότοιχο γυψοσανίδας, ενώ η οροφή του κτιρίου θα μπορούσε να περιγραφεί σαν ένας πλαστικός θόλος. Το κτίριο αυτό μοιάζει εν ολίγης με μία κλειστού τύπου μεγάλη <τέντα>.

Η επιφάνεια της οροφής είναι η μεγαλύτερη επιφάνεια του χώρου και είναι σχεδόν οριζόντια, ενδεχομένως αυτή θα καθορίσει το χρόνο εμφάνισης του μεγαλύτερου φορτίου. Από την παράγραφο 1,14 του κανονισμού υπολογισμών των ψυκτικών φορτίων κατά την ASHRAE δείχνεται ότι για κτίρια ενός ορόφου με πολύ μεγάλη επιφάνεια στέγης το μέγιστο φορτίο εμφανίζεται συνήθως το καλοκαίρι το απόγευμα. Από έναν έλεγχο των πινάκων της ASHRAE εντοπίστηκε ο μήνας και η ώρα του μέγιστου φορτίου και είναι στις 21 Ιουνίου και ώρα 14:00, αυτό όμως είναι

μόνο ένα στοιχείο. Παρατηρείται επίσης ότι το κτίριο αποτελείται από αρκετά μεγάλες επιφάνειες υαλοπινάκων περιμετρικά που αναμένεται να επηρεάσουν τα θερμικά κέρδη που θα παρουσιαστούν και πράγματι από την παράγραφο 1.13 του κανονισμού υπολογισμών των ψυκτικών φορτίων κατά την ASHRAE δείχνεται ότι τα μέγιστα θερμικά κέρδη για τις υάλινες επιφάνειες στην δυτική πλευρά του κτιρίου εμφανίζονται αργά το απόγευμα. Επίσης γνωρίζοντας την χρήση του κτιρίου η οποία προορίζεται για αργά το απόγευμα και το βράδυ επιλέγεται σαν κατάλληλος χρόνος η 16:00 και όχι η 14:00 καθώς η 14:00 είναι μεσημέρι τον Ιούνιο ενώ στις 16:00 πλησιάζουν περισσότερο τις πραγματικές συνθήκες του χώρου, επομένως η μελέτη θα πραγματοποιηθεί για την 21 Ιουνίου στις 16:00.

e. Συναγωγή μέσω της εξωτερικής δομής

A) Τα κέρδη θερμότητας μέσω της εξωτερικής στέγης, των τοίχων, και των τζαμιών βρίσκονται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = U * A * CLTD_c \quad (1.1)$$

Όπου

Q = καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω της στέγης, του τοίχου ή του γυαλιού, BTU/hr.

U = γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τη στέγη, τον τοίχο ή το γυαλί από πίνακες 1, 3, 15 και 16 των παραρτημάτων B, BTU/hr-ft²-°F

A = εμβαδόν της στέγης, του τοίχου, ή του γυαλιού, ft²

CLTD_c = (διορθωμένη) διαφορά θερμοκρασίας, °F

Η CLTD είναι μια διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας. Οι πίνακες 1 και 2 των παραρτημάτων B περιέχουν τις τιμές του CLTD για διαφορετικές κατασκευές στεγών και τοίχων. Ο πίνακας 3 των παραρτημάτων B περιγράφει τις διάφορες κατασκευές τοίχων του πίνακα 2. Οι τιμές της CLTD που διαβάζονται στους πίνακες 1 και 2 πρέπει να διορθωθούν ως εξής:

$$CLTD_c = [(CLTD + LM) * K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] * f \quad (1.2)$$

Όπου

CLTD_c = διορθωμένη τιμή του CLTD, °F

CLTD = θερμοκρασιακή διαφορά από τον πίνακα 1 ή 2, °F

LM = διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα από τον πίνακα 4

K = διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας

K = 1.0 για σκοτεινά χρώματα ή βιομηχανικές περιοχές

K = 0.5 για ανοικτό χρώμα στέγης

K = 0.65 για ανοικτό χρώμα τοίχου

t_R = θερμοκρασία δωματίου, 78°F

t₀ = μέση εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (περιβάλλοντος), 94,1 °F

f = διόρθωση για τον εξαερισμό οροφής (για τη στέγη μόνο)

f = 0.75 για ανεμιστήρα σε σοφίτα ή ψευδοροφή, διαφορετικά f = 1.0.

Οι ώρες που παρουσιάζονται σε όλους τους πίνακες είναι ηλιακός χρόνος, περίπου ίσος με τον τυπικό χρόνο. Συστήνεται $K = 1.0$ σε τόπους όπου τα χρώματα μπορεί να σκουρύνουν από τη ρύπανση ή άλλες αιτίες.

Η σχέση 1.2 χρησιμοποιείται αυτούσια (συμπεριλαμβανομένου και του παράγοντα f), μόνο στην περίπτωση της στέγης με τις τιμές του f που υποδεικνύονται ανωτέρω. Για τα υπόλοιπα εξωτερικά δομικά στοιχεία (τοίχους κ.λ.π.), $f=1.0$.

Με βάση τις προηγούμενες πληροφορίες και αφού συγκεντρώσουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν εμφανίζεται ο πίνακας 1.4

Πίνακας 1.4: Διαφορά θερμοκρασίας CLTDc

Χώρος	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	CLTD °F	LM °F	K	F	CLTDc °F
Αίθουσα	Πλαστικός θόλος	Οροφή	80	2	0,75	1,00	70,6
	Τοίχος G	Νότια	37	-1	0,65	1,00	32,5
		Βόρεια	24	1	0,65	1,00	25,3
		Ανατολικά	29	1	0,65	1,00	28,6
		Δυτικά	64	1	0,65	1,00	51,3
W.C	Μεταλλική στέγη	Οροφή	70	2	1,00	1,00	81,1
	Τοίχος F	Βόρεια	21	1	0,65	1,00	23,4
		Δυτικά	39	1	0,65	1,00	35,1

Παρατηρήσεις:

i. Η διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας της οροφής κανονικά είναι $K=0,5$ αλλά επειδή βρίσκεται σε βιομηχανική περιοχή, το $K=0,75$ είναι πιο ρεαλιστικό.

ii. Το CLTD της οροφής είναι το αντίστοιχο του πίνακα 1 για λαμαρίνα 1in μόνωσης καθώς είναι αυτό που πλησιάζει πιο κοντά στο υλικό της τέντας, εντούτοις επειδή ο πλαστικός θόλος δεν έχει μόνωση εκτιμάται σε πιο δύσκολες συνθήκες περί τους 80 °F.

Με χρήση της σχέσης 1.1 βρέθηκαν τα κέρδη θερμότητας μέσω της εξωτερικής στέγης και των εξωτερικών τοίχων, τα αποτελέσματα που προέκυψαν περιέχονται στον πίνακα 1.5.

Πίνακας 1.5: Θερμικά κέρδη από αγωγή μέσω εξωτερικών τοίχων και οροφής

Χώρος	Είδος επιφάνειας	Εμβαδόν Επιφάνειας A Ft ²	U BTU/h*Ft ² *°F	CLTDc °F	Q BTU/h
Αίθουσας	Νότιος	590,0	0,08	32,5	1534
	Δυτικός	132,2	0,08	51,3	543
	Βόρειος	124,0	0,08	25,3	251
	Ανατολικός	153,7	0,08	28,6	352
	Οροφή	9161,4	0,46	70,6	297526
W.C	Δυτικός	209,8	0,24	27,3	1375
	Βόρειος	232,4	0,24	20,15	1124
	Οροφή	602,4	0,21	33,4	4225
Σύνολο					306930

B) Για της γυάλινες επιφάνειες χρησιμοποιούνται τιμές της CLTD από τον πίνακα 5 των παραρτημάτων Β και η εξίσωση 1.2 γίνεται:

$$CLTD_c = CLTD + (78 - t_R) + (t_0 - 85) \quad (1.3)$$

Υπενθυμίζεται ότι $t_R = 78 \text{ } ^\circ\text{F}$ και $t_0 = 94,1 \text{ } ^\circ\text{F}$
Με βάση αυτά τα δεδομένα προκύπτει ο πίνακας 1.6

Πίνακας 1.6: Διαφορά θερμοκρασίας CLTD_c για γυάλινες επιφάνειες

Κλιματικός Χώρος	Γυάλινες επιφάνειες		Προσανατολισμός	CLTD °F	CLTD _c °F
	Κλιπινάκες	Μονό τζάμι διάφανο με μεταλλικό πλαίσιο και μη	Συρόμενες πόρτες, Παράθυρα, Εξωτερικές πόρτες	Νότιες	14
Δυτικές				14	23,1
Βόρειες				14	23,1
Ανατολικές				14	23,1

Με χρήση της σχέσης 1.1 βρέθηκαν τα κέρδη θερμότητας μέσω των γυάλινων επιφανειών, τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στον πίνακα 1.7

Πίνακας 1.7: Θερμικά κέρδη από αγωγή μέσω ηλιακών επιφανειών.

Είδος επιφάνειας	Χώρος	Προσανατολισμός	Εμβαδόν επιφάνειας Ft ²	U BTU/hFt ² °F	CLTD _c °F	Q BTU/h
Γυάλινες επιφάνειες	Αίθουσα	Νότιες	53,4	1,00	23,1	1234
		Δυτικές	126,0	1,00	23,1	2911
		Βόρειες	524,4	1,00	23,1	12114
		Ανατολικές	558,0	1,00	23,1	12890
	W.C	Βόρειες	64,5	1,00	23,1	1490
Σύνολο						30639

f. Συναγωγή μέσω της εσωτερικής δομής

Η θερμότητα που ρέει από εσωτερικούς (τυχόν) μη κλιματιζόμενους χώρους στους κλιματιζόμενους, μέσω χωρισμάτων, πατώματων και οροφών μπορεί να βρεθεί από την εξίσωση:

$$Q = U * A * TD \quad (1.4)$$

Όπου

Q = ρυθμός μετάδοσης θερμότητας μέσω χωρίσματος, πατώματος, ή οροφής, BTU/hr.

U = γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τα χωρίσματα, τα πατώματα, ή την οροφή, BTU/hr-ft²-°F

A = εμβαδόν του χωρίσματος, του πατώματος, ή της οροφής, ft²

TD = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ μη κλιματιζόμενου και κλιματιζόμενου χώρου, °F

Εάν η θερμοκρασία του μη κλιματιζόμενου χώρου δεν είναι γνωστή, μια συχνά χρησιμοποιούμενη προσέγγιση είναι η υπόθεση ότι είναι κατά 5⁰F χαμηλότερη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Στο κτίριο που μελετάται οι χώροι που δεν κλιματίζονται είναι η κουζίνα και ο χώρος κάτω από την αίθουσα. Η κουζίνα δεν κλιματίζεται για λόγους που αναφέρονται στην αρχή του κεφαλαίου και μπορεί να θεωρηθεί με ασφάλεια ότι θα έχει μία θερμοκρασία κατά 5 °F μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία ($t_o=94,1$ °F) περίπου, οπότε η θερμοκρασία της κουζίνας εκτιμάται $t_o= 94,1 + 5 = 99,1$ °F. Μπορεί να θεωρηθεί χαμηλή θερμοκρασία για κουζίνα και θα αναμέναμε μεγαλύτερη, αλλά αν λάβουμε υπ' όψη ότι ο χώρος της κουζίνα αερίζεται καλά από ένα σύστημα εξαερισμού τότε είναι ένα πιθανό σενάριο.

Ο χώρος κάτω από την αίθουσα είναι κλειστός από παντού με μία μόνο κρυφή είσοδο στην πλευρά των W.C. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο μια συχνά χρησιμοποιούμενη προσέγγιση είναι να θεωρηθεί ότι είναι κατά 5F χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος ($t_o=94,1$ °F) περίπου. οπότε η θερμοκρασία του «υπογείου» εκτιμάται $t_o= 94,1 - 5 = 89,1$ °F

Με αυτά τα στοιχεία και την σχέση 1.4 προέκυψε ο πίνακας 1.8

Πίνακας 1.8 : Θερμικά κέρδη από συναγωγή μέσω της εσωτερικής δομής

χώρος	Είδος επιφάνειας	Εμβαδόν επιφάνειας Ft ²	U BTU/h*Ft ² *°F	TD °F	Q BTU/h
Επιφάνειες αίθουσας	Δυτικός	114,0	0,08	21,1	192
	Δάπεδο	4948,7	0,27	11,1	14831
	Μεσότοιχος αίθουσας-W.C	91,4	0,08	0,0	-
	Γυάλινα παράθυρα	26,7	1,00	21,1	563
	Πόρτα μεταλλική	21,5	0,40	21,1	182
Επιφάνειες W.C	Νότιος	252,8	0,24	21,1	1280
	Ανατολικός	96,8	0,24	21,1	490
	Δάπεδο	602,4	0,15	11,1	1003
	Πόρτα μεταλλική	21,5	0,40	21,1	182
Σύνολο					18723

g. Ηλιακή ακτινοβολία μέσω γυαλιού

Η ακτινοβολούμενη ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσω των διαφανών υλικών όπως το γυαλί και γίνεται θερμικό κέρδος για το δωμάτιο. Η τιμή της μεταβάλλεται με το χρόνο, τον προσανατολισμό, τη σκίαση και την επίδραση αποθήκευσης. Το καθαρό θερμικό κέρδος μπορεί να βρεθεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = SHGF * A * SC * CLF \quad (1.5)$$

όπου

Q = καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού, BTU/hr

SHGF = μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους, BTU/hr-ft²

A = εμβαδόν του τζαμιού, ft²

SC = συντελεστής σκίασης

CLF = παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι

Ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους (SHGF) είναι το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος μέσω μονού καθαρού τζαμιού πάχους 1/8 in σε ένα δεδομένο μήνα, προσανατολισμό και γεωγραφικό πλάτος. Οι τιμές παρουσιάζονται στον πίνακα 7 των παραρτημάτων Β για την εικοστή πρώτη ημέρα κάθε μήνα. Για διαφορετικούς τύπους τζαμιών από το προαναφερθέν (1/8") καθώς και χρήση μηχανισμών σκίασης χρησιμοποιείται ο συντελεστής SC, τιμές του οποίου δίνονται στον πίνακα 8. Ο παράγοντας CLF περιέχει την αποθήκευση μέρους του ηλιακού θερμικού κέρδους. Τιμές του δίνονται στον πίνακα 9 για ελαφρές, μεσαίες και βαριές κατασκευές και παρουσία ή απουσία εσωτερικής σκίασης.

Τα χαρακτηριστικά των γυάλινων επιφανειών είναι τα εξής:

Οι συρόμενες και οι εξωτερικές πόρτες είναι από διάφανο γυαλί πάχους 7 mm (περίπου 5/32 in)

Τα παράθυρα είναι γαλάζιας απόχρωσης εντοιχισμένα χωρίς τη δυνατότητα ανοίγματος και το πάχος τους είναι 5 mm (περίπου 13/64 in)

Με τα στοιχεία αυτά και με την χρήση της σχέσης 1.5 προέκυψε ο πίνακας 1.9

Πίνακας 1.9: Ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω γυαλιού

Γυάλινες Επιφάνειες	Προσανατολισμός	Εμβαδόν Επιφάνειας Ft ²	SHGF	SC	CLF	Q BTU/h
Συρόμενες Πόρτες	Βορινός	524,4	48	0,94	0,79	18692
	Ανατολικός	453,1	216	0,94	0,25	22999
	δυτικός	126,0	216	0,94	0,57	14582
Εξωτερικές Πόρτες	Ανατολικός	64,5	216	0,94	0,25	3274
	Βορινός (W.C)	64,5	48	0,94	0,79	2299
Παράθυρα Γαλάζια	Νότιος	53,4	95	0,69	0,50	1750
ΣΥΝΟΛΟ						63597

h. Φωτισμός

Η εξίσωση για τον καθορισμό του κέρδους θερμότητας από το φωτισμό είναι:

$$Q = 3.4 * W * BF * CLF \quad (1.6)$$

Όπου

Q = καθαρό θερμικό κέρδος από το φωτισμό, BTU/hr.

W = ισχύς φωτισμού, Watt

BF = παράγοντας τύπου φωτισμού

CLF = παράγοντας φορτίου ψύξης για το φωτισμό

Ο όρος W είναι η ισχύς των φώτων σε Watt.
 Η τιμή 3.4 μετατρέπεται τα Watt σε BTU/hr.

Ο παράγοντας BF είναι 1.25 για φωτισμό φθορισμού. Για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως BF = 1.0.

Οι παράγοντας CLF προσμετρά την αποθήκευση μέρους του κέρδους της θερμότητας φωτισμού. Η επίδραση αποθήκευσης εξαρτάται από το πόση ώρα ο φωτισμός και το σύστημα ψύξης βρίσκονται σε λειτουργία, από το είδος κατασκευής του κτιρίου, τον τρόπο ανάρτησης φωτισμού και το ρυθμό εξαερισμού. Συνήθως CLF=1.0. Λύνοντας την σχέση 1.6 προκύπτει ο πίνακας 1.10

Πίνακας 1.10: Κέρδος θερμότητας από φωτισμό

Χώρος	Είδος Πηγής	Ισχύς Watt	Πλήθος	BF	CLF	Q BTU/hr.
Αίθουσα	Λάμπα Πυρακτώσεως	70	56	1	1	13328
W.C	Σποτάκια	5	29	1	1	493
Σύνολο						13821

i. ΑΝΘΡΩΠΟΙ

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους αποτελείται από δύο μέρη, την αισθητή θερμότητα και τη λανθάνουσα, ως αποτέλεσμα κυρίως της εφίδρωσης. Οι εξισώσεις για τα αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη είναι:

$$Q_s = q_s * n * CLF \quad (1.7)$$

$$Q_l = q_l * \eta \quad (1.8)$$

Όπου

Q_s, Q_l = αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη

q_s, q_l = αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο

η = αριθμός ανθρώπων

CLF = παράγοντας ψυκτικού φορτίου για τους ανθρώπους

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους εξαρτάται από τη σωματική τους δραστηριότητα. Ο πίνακας 11 των παραρτημάτων Β απαριθμεί τιμές για ορισμένες χαρακτηριστικές δραστηριότητες για θερμοκρασία δωματίου 78 °F DB.

Ο παράγοντας αποθήκευσης θερμότητας CLF ισχύει για το κέρδος αισθητής θερμότητας από τους ανθρώπους. Εάν το σύστημα κλιματισμού κλείνει τη νύχτα, CLF = 1.0. Ο πίνακας 12 περιέχει τιμές CLF για τους ανθρώπους, εμείς βρίσκουμε συντελεστή 0,60 για 3 ώρες μετά την είσοδο και 6 συνολικές ώρες στον χώρο. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα 1.11

Πίνακας 1.11: Θερμικά κέρδη από ανθρώπους

Χώρος	Είδος εργασίας	Πλήθος η	Αισθητό κέρδος q_s BTU	Λανθάνον κέρδος q_s BTU	CLF	Αισθητά κέρδη Q_s	Λανθάνον κέρδη Q_l	
Αίθουσα	Καθισμένοι Που γευματίζουν	300	255	325	0,60	45900	97500	
	Όρθιοι που χορεύουν	90	405	875	0,60	21870	78750	
	Όρθιοι που εργάζονται ελαφρώς	10	345	615	0,60	2070	6150	
W.C	Βαδίζοντα με βραδύ ρυθμό	10	315	325	0.60	1890	3250	
		Σύνολο					71820	185650

j. Εξοπλισμός

Το θερμικό κέρδος από τον εξοπλισμό μπορεί μερικές φορές να βρεθεί άμεσα από στοιχεία που ενδεχομένως παρέχει ο κατασκευαστής του, που αφορούν διακοπτόμενη χρήση του κλιματισμού. Κάποιες συσκευές παράγουν και αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Σχετικές τιμές για διάφορες συσκευές παρουσιάζονται στον πίνακα 13 των παραρτημάτων Β.

Στην περίπτωση που ο πίνακας 13 δεν περιλαμβάνει τις συσκευές που υπάρχουν στον χώρο τότε μια άλλη μέθοδος είναι η εξής: αφού βρεθεί η ηλεκτρική ισχύς της συσκευής που μελετάται τότε με την σχέση:

$$Q = W * 3.4 \quad (1.9)$$

Υπολογίζεται το συνολικό κέρδος θερμότητας της συσκευής Q σε BTU/h

Ο συντελεστής 3,4 μετατρέπει τα Watt σε BTU/h

Οι συσκευές που υπάρχουν στον χώρο που μελετάται δεν εμπεριέχονται στον πίνακα 13 οπότε με χρήση της σχέσης 1.9 προκύπτει ο πίνακας 1.12

Πίνακας 1.12: Θερμικά κέρδη από εξοπλισμό

Συσκευή	Ηλεκτρική Ισχύς Watt	Πλήθος η	κέρδος Θερμότητας Q BTU/h
Ενισχυτή Ήχου	2000	1	6800
Ηχεία	250	8	6800
Η/Υ	250	1	850
Μείκτης ήχου	200	1	680
		Σύνολο	
			15130

k. Διείσδυση αέρα

Η διείσδυση αέρα μέσω χαραμάδων στην περίμετρο παραθύρων ή θυρών προκαλεί και αισθητό και λανθάνον θερμικό κέρδος στους εσωτερικούς χώρους. Τα κέρδη αυτά υπολογίζονται ως εξής:

$$Q_s = 1.1 * CFM * TC \quad (1.10)$$

$$Q_l = 0.68 * CFM * (W_o - W_i) \quad (1.11)$$

Όπου

Q_s, Q_l = αισθητά και λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τον αέρα διείσδυσης, BTU/hr.

CFM = ρυθμός διείσδυσης αέρα, ft^3 / min .

TC = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και εσωτερικού, F

W_o, W_i = ειδική υγρασία εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, gr w./lb d.a.

Τα περισσότερα συστήματα θερινού κλιματισμού παρέχουν μηχανικό εξαερισμό με εξωτερικό αέρα, γεγονός που μειώνει ή εξαλείφει τη διείσδυση επειδή δημιουργείται έτσι υψηλότερη πίεση στο εσωτερικό του κτιρίου σε σχέση με το περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή ο αέρας εξαερισμού δεν αποτελεί φορτίο του εσωτερικού χώρου, αλλά φορτίο του κεντρικού συστήματος κλιματισμού.

Τέτοια περίπτωση είναι και αυτή η οποία θα έχει μηχανικό εξαερισμό. Πολλά μοντέρνα κτίρια έχουν σφραγισμένα παράθυρα και ως εκ τούτου μηδενικό κέρδος διείσδυσης, εκτός από τις εισόδους.

l. Διαφυγή θερμότητας στο περιβάλλον

Μέρος του αισθητού θερμικού κέρδους των χώρων μεταδίδεται μέσω της εξωτερικής δομής στο περιβάλλον και δεν αποτελεί τμήμα του φορτίου του δωματίου. Αυτή η απώλεια θερμότητας πρέπει να υπολογιστεί και να γίνει μια διόρθωση στο κέρδος της αισθητής θερμότητας του χώρου από συναγωγή, ηλιακή ακτινοβολία, φώτα, ανθρώπους και κέρδη εξοπλισμού. Οι ακόλουθες εξισώσεις χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη διόρθωση για τη μετάδοση θερμότητας στο περιβάλλον.

$$F_c = 1 - 0.02K \quad (1.12)$$

$$K = (U_w * A_w + U_g * A_g) / L \quad (1.13)$$

όπου

F_c = πολλαπλασιαστής διόρθωσης του κέρδους της αισθητής θερμότητας κάθε δωματίου

K = συντελεστής μετάδοσης ανά μονάδα μήκους, BTU/hr-ft- 0F

L = μήκος του εξωτερικού τοίχου, ft

U_w, U_g = συντελεστές μετάδοσης θερμότητας, w = τοίχος, g = γυαλί, BTU/hr.-ft 2 -F

A_w, A_g = επιφάνεια τοίχου, τζαμιού, ft 2

Πίνακας 1.13: Πολλαπλασιαστές διόρθωσης

Χώρος	Εμβαδόν A_w Ft^2	U_w $BTU/h \cdot Ft^2$ $^{\circ}F$	Εμβαδόν A_g Ft^2	U_g $BTU/h \cdot Ft^2$ $^{\circ}F$	Μήκος L	K	F_c
Αίθουσα	999.9	0.08	1261.8	1.00	242.7	5.41	0.89
W.C	442.2	0.24	64.5	1.00	47.56	3.59	0.93

Τα αισθητά θερμικά κέρδη από συναγωγή, ηλιακή ακτινοβολία, φώτα, ανθρώπους και εξοπλισμό του κάθε χώρου πολλαπλασιάζονται το καθένα με το συντελεστή F_c του κάθε χώρου αντίστοιχα. Για την αίθουσα προκύπτει ο πίνακας 1.14 και για το W.C προκύπτει ο πίνακας 1.15

Πίνακας 1.14: Διορθωμένα αισθητά θερμικά κέρδη αίθουσας

Χώρος	Κατηγορία	Αισθητά Κέρδη BTU/h	Συντελεστής F_c	Πραγματικά Αισθητά Κέρδη BTU/h
Αίθουσα	Συναγωγή	345123	0,89	307159
	Ηλιακή ακτινοβολία	61298	0,89	54555
	Φώτα	13328	0,89	11862
	Άνθρωποι	69930	0,89	62238
	Εξοπλισμός	15130	0,89	13466
	Σύνολο			

Πίνακας 1.15: Διορθωμένα αισθητά θερμικά κέρδη W.C

Χώρος	Κατηγορία	Αισθητά Κέρδη BTU/h	Συντελεστής F_c	Πραγματικά Αισθητά Κέρδη BTU/h
W.C	Συναγωγή	11169	0.93	10387
	Ηλιακή ακτινοβολία	2299	0.93	2138
	Φώτα	493	0.93	458
	Άνθρωποι	1890	0.93	1758
	Εξοπλισμός	-	0.93	-
	Σύνολο			

m. Ψυκτικό φορτίο χώρου

Το ψυκτικό φορτίο χώρου είναι ο ρυθμός με τον οποίο θερμότητα πρέπει να αφαιρεθεί από το χώρο και είναι προφανώς το άθροισμα των διορθωμένων καθαρών θερμικών κερδών. Χρησιμοποιούνται οι συντμήσεις RSHG, RLHG και RTHG για τα διορθωμένα κέρδη αισθητής, λανθάνουσας και ολικής θερμότητας χώρου. Το RTHG είναι ίσο με το ψυκτικό φορτίο χώρου και φαίνεται στον πίνακα 1.16.

Πίνακας 1.16: ψυκτικό φορτίο κλιματιζόμενου χώρου

Χώρος	Αισθητό θερμικό κέρδος RSHG BTU/h	Λανθάνον θερμικό κέρδος RLHG BTU/h	Συνολικό θερμικό κέρδος RTHG BTU/h
Αίθουσα	449280	182400	631680
W.C	14741	3250	17991
Σύνολο	464021	185650	649671

1.3.2.2 Τεύχος υπολογισμών αεραγωγών

Μέθοδος ίσης πτώσης πίεσης

Η βάση αυτής της μεθόδου διαστασιολόγησης αεραγωγών είναι να επιλεγεί και στη συνέχεια να διατηρηθεί σταθερός ο ρυθμός απωλειών τριβής ανά μονάδα μήκους για όλα τα τμήματα των αεραγωγών του συστήματος. Η τιμή που επιλέγεται συνήθως βασίζεται στη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στον κεντρικό αεραγωγό που ξεκινά από τον ανεμιστήρα, ώστε να αποφευχθεί ο υπερβολικός θόρυβος στη ροή του αέρα. Ο πίνακας 1.17 δίνει μερικές προτεινόμενες ταχύτητες.

Πίνακας 1.17: Προτεινόμενες ταχύτητες για συστήματα χαμηλής ταχύτητας

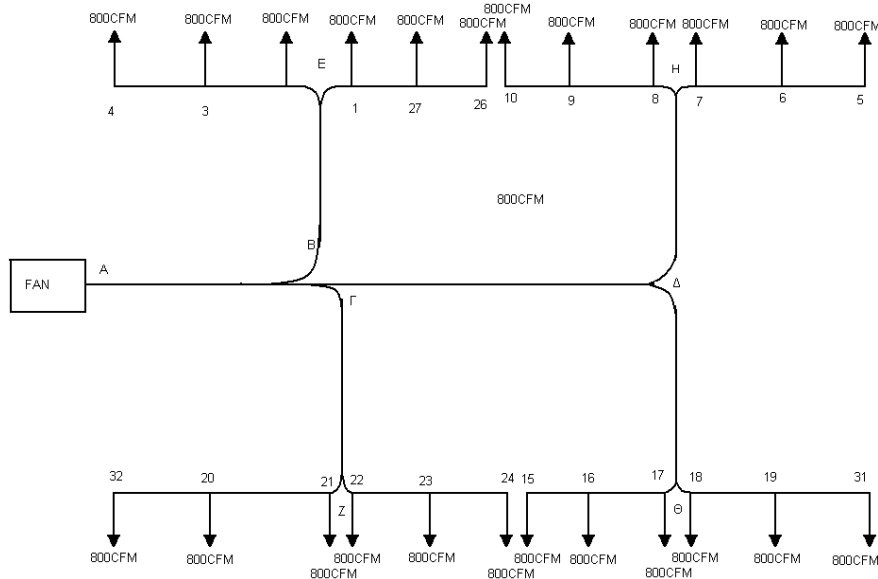
Όνομασία	Προτεινόμενες ταχύτητες FPM			Μέγιστες ταχύτητες FPM		
	Κατοικίες	Κτίρια για το κοινό	Βιομηχ. κτίρια	Κατοικίες	Κτίρια για το κοινό	Βιομηχ. κτίρια
Έξοδοι ανεμιστήρα	1000-1600	1300-2000	1600-2400	1700	1500-2200	1700-2800
Κύριοι αεραγωγοί	700-900	1000-1300	1200-1800	800-1200	1100-1600	1300-2200
Αεραγωγοί διακλάδωσης	600	600-700	800-1000	700-1000	800-1300	1000-1800

Στην περίπτωση που μελετάται η ταχύτητα στον κύριο αγωγό θα είναι 1300 FPM. Η μέθοδος ίσης πτώσης πίεσης για τον σχεδιασμό αγωγών είναι εύκολη και ίσως είναι η περισσότερο δημοφιλής. Εάν δεν υπάρχουν μεγάλες αποστάσεις ανάμεσα στο πρώτο και στο τελευταίο στόμιο εκροής, η μέθοδος αυτή δουλεύει αρκετά ικανοποιητικά. Εάν υπάρχουν μεγάλες αποστάσεις ανάμεσα στα στόμια στην αρχή και στο τέλος του συστήματος, τότε τα στόμια κοντά στον ανεμιστήρα θα βρίσκονται σε μεγαλύτερη από την κανονική (απαιτούμενη) πίεση. Σαν αποτέλεσμα μπορεί να προκληθούν δυσκολίες στην εξισορρόπηση των παροχών του αέρα και πιθανώς υπερβολικός θόρυβος.

Εάν οι έξοδοι που είναι πιο κοντά στον ανεμιστήρα είναι σε μακρινούς ξεχωριστούς κλάδους, το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί με τροποποίηση της

μεθόδου σχεδιασμού ίσων απωλειών πίεσης. Η μεγαλύτερη σε μήκος διαδρομή διαστασιοποιείται με την τιμή του ρυθμού απωλειών πίεσης σχεδιασμού, αλλά οι κλάδοι επιλέγονται ώστε να προκύπτουν υψηλότεροι ρυθμοί απωλειών τριβών, έτσι ώστε να καταναλώνουν την διαθέσιμη πίεση. Για να μειωθούν οι υπερβολικές διαφορές πίεσης στο όλο σύστημα, η μέθοδος σχεδιασμού ανάκτησης πίεσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί.

Στο σχήμα 1.4 βλέπουμε ένα ενδεικτικό σκαρίφημα της μορφής διάταξης που είναι τα στόμια και οι αεραγωγοί. Οι τιμές παροχής είναι ενδεικτικές. Τα πραγματικά μεγέθη και διαστάσεις βρίσκονται στον πίνακα 1.17



Σχήμα 1.4. Σκαρίφημα αεραγωγών.

Η παροχή προκύπτει από την σχέση:

$$RSHG = 1.1 * CFM * TC \quad (1.14)$$

όπου

RSHG = αισθητό κέρδος θερμότητας του χώρου, BTU/hr.

CFM = παροχή αέρα προσαγωγής, ft^3 / min .

TC = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού αέρα (t_R) και αέρα προσαγωγής (t_s) ίσο με 20 °F

Λύνοντας την σχέση 1.14 ως προς την παροχή αέρα προσαγωγής CFM:

$$CFM = RSHG / (1.1 * TC)$$

Προκύπτει λοιπόν :

Για την αίθουσα

$$CFM = 449280 / (1.1 * 20) = 24694 = 20422 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

Για το W.C

$$\text{CFM} = 14741 / (1.1 * 20) = 1273 = 670 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

Η συνολική παροχή είναι:

$$\text{CFM} = 20422 + 670 = 21092 \text{ ft}^3 / \text{min} \approx \mathbf{21100 \text{ ft}^3 / \text{min}}$$

Με παροχή CFM 21100 ft³ / min και ταχύτητα V 1300 ft/min από διάγραμμα υπολογισμού της πτώσης πίεσης ανά 100 ft μήκους αεραγωγού βρέθηκε ότι η πτώση πίεσης ανά 100 ft είναι 0,033 in.w/100ft. Με ίση την πτώση πίεσης για όλα τα τμήματα αεραγωγών προέκυψε ο πίνακας 1.17

Πίνακας 1.17: Διαστάσεις και πτώση πίεσης αεραγωγών

Κατηγορία αεραγωγών	Τμήμα αεραγωγού	Παροχή CFM	Ταχύτητα V Ft/min	Πτώση πίεσης ΔΡ in.w.	Διάμετρος Κυκλικού αεραγωγού D in
Κεντρικός Αεραγωγός	ΑΒ	21100	1300	0,0054	55
	ΒΓ	17140	1250	0,0011	51
	ΓΔ	12510	1150	0,0151	44
Αεραγωγός Διακλαδώσεως και διανομής	Β-Ε	3960	880	0,0119	29
	Γ-Ζ	4630	900	0,0108	31
	Δ-Η	6590	990	0,0119	35
	Δ-Θ	5920	950	0,0086	34
	Ε-1	1980	730	0,0011	22
	1-27	1320	650	0,0065	19
	27-26	660	550	0,0043	15
	Ε-2	1980	730	0,0016	22
	2-3	1320	650	0,0026	19
	3-4	660	550	0,0032	15
	Ζ-21	1990	740	0,0011	23
	21-20	1330	650	0,0037	19
	20-32	670	560	0,0043	15
	Ζ-22	2640	780	0,0022	25
	22-23	1980	730	0,0037	22
	23-24	1320	650	0,0043	19
	24-25	660	550	0,0043	15
	Η-7	3290	820	0,0011	27
	7-6	2630	770	0,0026	25
	6-5	1970	720	0,0032	22
	5-28	1310	640	0,0038	19
	28-29	650	550	0,0043	15
	Η-8	3300	830	0,0011	27
	8-9	2640	780	0,0027	25
	9-10	1980	730	0,0027	22
	10-11	1320	650	0,0027	19
	11-12	660	550	0,0027	15
	Θ-18	2620	780	0,0036	25
	18-19	1960	720	0,0043	22
	19-31	1300	640	0,0043	19
31-30	650	550	0,0043	15	
Θ-17	3300	830	0,0011	27	
17-16	2640	780	0,0027	25	
16-15	1980	730	0,0027	22	
15-14	1320	650	0,0027	19	
14-13	660	550	0,0027	15	

Ο πίνακας 1.18 περιέχει χρήσιμα γεωμετρικά και κατασκευαστικά στοιχεία των αεραγωγών.

Πίνακας 1.18: Γεωμετρικά και κατασκευαστικά στοιχεία

Κατηγορία αγωγών	Τμήμα αγωγού	Διάμετρος Κυκλικού αγωγού D in	Αντίστοιχη Ορθογωνική διατομή D in	Περίμετρος αγωγών ft	Μήκος αγωγών m	Μήκος αγωγών ft	Εμβαδόν Επιφάνειας αγωγών ft ²
Κεντρικός Αεραγωγός	ΑΒ	55	36x72	18,00	5,0	16,4	295,20
	ΒΓ	51	36x62	16,33	1,0	3,28	53,57
	ΓΔ	44	34x48	13,67	14,0	45,92	627,57
	Β-Ε	29	22x32	9,00	11,0	36,08	324,72
	Γ-Ζ	31	24x34	9,67	10,0	32,80	317,07
	Δ-Η	35	24x44	11,33	11,0	36,08	408,91
	Δ-Θ	34	22x46	11,33	8,0	26,24	297,39
Αεραγωγός Διακλαδώσεως και διανομής	Ε-1	22	-	5,76	1,0	3,28	18,88
	1-27	19	-	4,97	6,0	19,68	97,84
	27-26	15	-	3,93	4,0	13,12	51,49
	Ε-2	22	-	5,76	1,5	4,92	28,32
	2-3	19	-	4,97	2,4	7,87	39,12
	3-4	15	-	3,93	3,0	9,84	38,62
	Ζ-21	23	-	6,02	1,0	3,28	19,74
	21-20	19	-	4,97	3,4	11,15	55,44
	20-32	15	-	3,93	4,0	13,12	51,49
	Ζ-22	25	-	6,54	2,0	6,56	42,91
	22-23	22	-	5,76	3,4	11,15	64,19
	23-24	19	-	4,97	4,0	13,12	65,23
	24-25	15	-	3,93	4,0	13,12	51,49
	Η-7	27	-	7,07	1,0	3,28	23,17
	7-6	25	-	6,54	2,4	7,87	51,49
	6-5	22	-	5,76	3,0	9,84	56,64
	5-28	19	-	4,97	3,5	11,48	57,05
	28-29	15	-	3,93	4,0	13,12	51,49
	Η-8	27	-	7,07	1,0	3,28	23,17
	8-9	25	-	6,54	2,5	8,20	53,64
	9-10	22	-	5,76	2,5	8,20	47,20
	10-11	19	-	4,97	2,5	8,20	40,77
	11-12	15	-	3,93	2,5	8,20	32,18
	Θ-18	25	-	6,54	3,3	10,82	70,80
	18-19	22	-	5,76	4,0	13,12	75,53
	19-31	19	-	4,97	4,0	13,12	65,23
	31-30	15	-	3,93	4,0	13,12	51,49
	Θ-17	27	-	7,07	1,0	3,28	23,17
	17-16	25	-	6,54	2,5	8,20	53,62
	16-15	22	-	5,76	2,5	8,20	47,20
15-14	19	-	4,97	2,5	8,20	40,77	
14-13	15	-	3,93	2,5	8,20	32,18	

1.3.2.3 Τεύχος υπολογισμών ψυκτικού φορτίου κλιματισμού

Αφότου καθοριστούν τα μέγιστα κέρδη αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας του κτιρίου, το επόμενο βήμα είναι να βρεθεί το ψυκτικό φορτίο του κλιματιστικού εξοπλισμού. Αυτό θα είναι μεγαλύτερο από το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου επειδή υπάρχουν πρόσθετα κέρδη θερμότητας στο σύστημα κλιματισμού που δεν προέρχονται από τα κλιματιζόμενα δωμάτια. Αυτά τα κέρδη μπορούν να προέρχονται από:

- Εξαερισμό (εξωτερικό αέρα)
- Κέρδη θερμότητας στους αεραγωγούς
- Θερμότητα που παράγεται από τους ανεμιστήρες και τις αντλίες των συστημάτων κλιματισμού

- Διαρροή αέρα από τους αεραγωγούς

1 Εξαερισμός

Κάποια ποσότητα εξωτερικού αέρα προσάγεται στο κτίριο για λόγους άνεσης και υγιεινής. Η αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα αυτού είναι μεγαλύτερες από αυτές του εσωτερικού αέρα. Έτσι αποτελούν μέρος του ψυκτικού φορτίου. Η επιπλέον θερμότητα αφαιρείται από την κεντρική κλιματιστική μονάδα και αποτελεί μέρος του ψυκτικού φορτίου κλιματισμού και όχι του ψυκτικού φορτίου των χώρων. Οι εξισώσεις για τον προσδιορισμό των αισθητών και λανθάνον ψυκτικών φορτίων από τον αέρα εξαερισμού είναι:

$$Q_s = 1.1 * CFM * TC * n \quad (1.15)$$

$$Q_l = 0.68 * CFM * (W_R - W_S) * n \quad (1.16)$$

όπου

Q_s, Q_l = αισθητά και λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τον αέρα εξαερισμού, BTU/hr.

CFM = παροχή αέρα εξαερισμού, ft^3 / min .

TC = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού αέρα (t_R) και αέρα προσαγωγής (t_S) ίσο με $20^\circ F$

$W_R - W_S$ = ειδική υγρασία εσωτερικού αέρα και αέρα προσαγωγής, gr w. /lb d.a.

n = Το πλήθος των ανθρώπων.

Η συνολική θερμότητα Q_t που απάγεται από τον αέρα εξαερισμού είναι

$$Q_t = Q_s + Q_l.$$

Συνιστάμενες τιμές για απαιτούμενες παροχές αέρα εξαερισμού σε διάφορες εφαρμογές δίνονται στον πίνακα 14 των παραρτημάτων Β.

Οι συνθήκες της αίθουσας είναι τραπεζαρία και θα οριστεί μια μέση τιμή απαιτούμενου αερισμού ανά άτομο. Για τραπεζαρία αν έχουμε 70 άτομα σε $1000 ft^2$ η τιμή απαιτούμενου αερισμού ανά άτομο είναι 15-20 CFM. Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε σε $1000 ft^2$:

$$[\text{Συνολικά άτομα} / \text{ολικό εμβαδόν}] * 1000 ft^2 = [400 \text{ άτομα} / 4948,5 ft^2] * 1000 ft^2 = 80,8 = 81 \text{ άτομα}$$

Αν χρησιμοποιηθεί η τιμή των 20 CFM της τραπεζαρίας, που σημαίνει ότι ο χώρος θα αερίζεται καλά τότε προκύπτει ένας συντελεστής 20/100 άτομα ανά $1000 ft^2$ ίσον με 0,20. Στον χώρο που μελετάται θα υπάρχουν 81 άτομα ανά $1000 ft^2$ οπότε $0,20 * 81$ άτομα ίσον με 16,2 CFM.

Για καλύτερο αερισμό και με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν με την προηγούμενη απλή μέθοδο το CFM της αίθουσας θα ισούται τελικά με 20 CFM. Από τις σχέσεις 1.15 και 1.16 προκύπτει ο πίνακας 1.19

Πίνακας 1.19: ψυκτικό φορτίο από εξαερισμό

Χώρος	CFM Ft ³ /min	TC °F	Ειδική Υγρασία W _R gr/lb ξ.α	Ειδική Υγρασία W _S gr/lb ξ.α	Πλήθος n	Q _s BTU/hr	Q _l BTU/hr	Q _t BTU/hr
Αίθουσα	20	20	10.2	9.4	400	176000	4352	180352
W.C.	20	20	10.2	9.4	10	4400	108.8	4509
Σύνολο						180400	4461	184861

II Κέρδος Θερμότητας στους Αεραγωγούς

Ο επεξεργασμένος από την κλιματιστική μονάδα αέρας διερχόμενος από αεραγωγούς που βρίσκονται σε κλιματιζόμενους χώρους, υφίσταται ένα χρήσιμο θερμικό κέρδος. Αν οι αγωγοί έχουν μεγάλο μήκος με αρκετά στόμια εξόδου αέρα, τότε ίσως είναι καλύτερο να μονωθούν. Σε περιπτώσεις που οι αεραγωγοί δεν διέρχονται από κλιματιζόμενους χώρους υπάρχει απώλεια αισθητής θερμότητας του αέρα, η οποία πρέπει να προστεθεί στο RSHG. Αυτό το θερμικό κέρδος μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$Q = U \times A \times TD \quad (1.17)$$

όπου

Q = θερμικό κέρδος αγωγών, BTU/hr.

U = συνολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας, BTU/hr.-ft²-°F

A = εμβαδόν επιφάνειας αγωγών, ft²

TD = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα στον αγωγό και του περιβάλλοντος αέρα, °F

Το συνολικό εμβαδόν επιφάνειας αγωγών έχει υπολογισθεί και είναι 5567,87 ft².

Ο συνολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για γαλβανισμένη λαμαρίνα με 1 in μόνωση είναι 0,069 BTU/hr.-ft²-°F

Η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής που εισάγεται στον χώρο είναι (ts) 58 °F, έτσι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα στον αγωγό και του περιβάλλοντος αέρα, είναι:

$$TD = (78 - 5) - 58 = 15 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Με τα δεδομένα αυτά προκύπτει ο πίνακας 1.20

Πίνακας 1.20: Θερμικό κέρδος αεραγωγών

Είδος Επιφάνειας	Τμήμα αεραγωγού	εμβαδόν επιφάνειας αγωγών, A ft ²	Q Θερμικό κέρδος αγωγών BTU/hr
Αεραγωγός από γαλβανισμένη λαμαρίνα με 1 in μόνωση υαλοβάμβακα	AB	295,20	264,79
	BΓ	53,57	48,05
	ΓΔ	627,57	562,93
	B-E	324,72	291,27
	Γ-Z	317,07	284,41
	Δ-H	408,91	366,79
	Δ-Θ	297,39	266,76
	E-1	18,88	16,94
	1-27	97,84	87,76
	27-26	51,49	46,19
	E-2	28,32	25,41
	2-3	39,12	35,09
	3-4	38,62	34,64
	Z-21	19,74	17,71
	21-20	55,44	49,73
	20-32	51,49	46,19
	Z-22	42,91	38,49
	22-23	64,19	57,59
	23-24	65,23	58,51
	24-25	51,49	46,19
	H-7	23,17	20,79
	7-6	51,49	46,19
	6-5	56,64	50,81
	5-28	57,05	51,17
	28-29	51,49	46,19
	H-8	23,17	20,78
	8-9	53,64	48,12
	9-10	47,20	42,34
	10-11	40,77	36,57
	11-12	32,18	28,87
	Θ-18	70,80	63,51
18-19	75,53	67,75	
19-31	65,23	58,51	
31-30	51,49	46,19	
Θ-17	23,17	20,79	
17-16	53,62	48,10	
16-15	47,20	42,34	
15-14	40,77	36,57	
14-13	32,18	28,87	
Σύνολο			3450

III Θερμότητα Ανεμιστήρων και Αντλιών

Μέρος της ενέργειας των ανεμιστήρων και των αντλιών του συστήματος μετατρέπεται σε θερμότητα λόγω τριβής και άλλων αιτίων και γίνεται θερμικό κέρδος που πρέπει να προστεθεί στο ψυκτικό φορτίο. Στην περίπτωση που ο ανεμιστήρας βρίσκεται μετά το ψυκτικό στοιχείο, (κατά τη διεύθυνση της ροής), το κέρδος προστίθεται στο RSHG, ενώ στην αντίθετη περίπτωση στο ψυκτικό φορτίο κλιματισμού (ψ.φ.κ.).

Προσεγγιστική εκτίμηση της θερμότητας ανεμιστήρων ακολουθεί:

Για 1 in. w.g. μανομετρικό ανεμιστήρα προσθέτουμε 2,5% στο RSHG ή στο ψ.φ.κ
 Για 2 in. w.g. μανομετρικό ανεμιστήρα προσθέτουμε 5% στο RSHG ή στο ψ.φ.κ
 Για 4 in. w.g. μανομετρικό ανεμιστήρα προσθέτουμε 10% στο RSHG ή στο ψ.φ.κ

Η θερμότητα που προέρχεται από αντλίες ψυχρού νερού της εγκατάστασης αγνοείται σε μικρές εγκαταστάσεις, αλλά σε μεγάλα συστήματα μπορεί να κυμαίνεται στο 1-2% της αισθητής θερμότητας και πρέπει να προστεθεί στο ψ.φ.κ. Για να εντοπιστεί λοιπόν το θερμικό κέρδος από τον ανεμιστήρα θα πρέπει πρώτα να εντοπίσουμε το μανομετρικό του ανεμιστήρα. Φαίνεται ότι το τμήμα Α-Β-Γ-Δ-Η-7-6-5-28-29 παρουσιάζει την μεγαλύτερη αντίσταση. Από σχετικούς πίνακες (Σελλούντος Β τόμος σελ. 10.22) λαμβάνονται οι τιμές των τοπικών αντιστάσεων και συμπληρώνεται ο πίνακας 1.21

Πίνακας 1.21: Μήκος δύσκολης διαδρομής

Τμήμα αεραγωγού	Είδος αντιστάσεως	Μήκος ft	Πρόσθετο ισοδύναμο μήκος ft
A-B	Αεραγωγός	16.4	
B-Γ	Αεραγωγός	3.28	
Γ-Δ	Αεραγωγός	45.92	
Δ-Η	Αεραγωγός	36.08	
	Γωνία		12
H-7	Αεραγωγός	3.28	
	Γωνία		7
7-6	Αεραγωγός	7.87	
6-5	Αεραγωγός	9.84	
5-28	Αεραγωγός	11.48	
	Γωνία		17
28-29	Αεραγωγός	13.12	
Σύνολο		147.27	36

Οι ολικές απώλειες λόγω τριβών, στη διαδρομή Α-Β-Γ-Δ-Η-7-6-5-28-29 υπολογίζονται:

$$\text{Απώλειες} = \text{Ολικό ισοδύναμο μήκος} \times \text{συντελεστή τριβής} \\ = (147.27+36) * 0,033 \text{ in } \Sigma.N / 100 = 0,0604 \text{ in } \Sigma.N$$

Η απαιτούμενη ολική στατική πίεση στην έξοδο του ανεμιστήρα είναι το άθροισμα της τελικής πίεσεως στο στόμιο και των απωλειών κατά μήκος των αεραγωγών, μειωμένη κατά τα ποσά ανακτήσεως πίεσεως.

Ταχύτητα στην αρχική διαδρομή 1300 FPM

Ταχύτητα στα στόμια εξόδου 550 FPM

Δεχόμενοι ποσοστό ανακτήσεως 75% λαμβάνετε από τη γνωστή σχέση για την πτώση πίεσεως λόγω μεταβολής της ταχύτητας.

$$\Delta P = R * \left(\frac{V_1^2}{4000} - \frac{V_2^2}{4000} \right) = 0.75 * \left(\frac{1300^2}{4000} - \frac{550^2}{4000} \right) = 0.065 \text{ in } \Sigma.N \quad (1.18)$$

Επομένως, η ολική στατική πίεση στην έξοδο του ανεμιστήρα είναι:

$$\text{Ολική πίεση} = \text{Τριβή} + \text{Πίεση εξόδου} - \text{ανάκτηση} = 0,0604 + 0,033 - 0,065 \\ = 0,0284 \text{ in } \Sigma.N$$

Για μανομετρικό ανεμιστήρα 0,0284 in Σ.N το ποσοστό που θα πρέπει να προσθέσουμε στο RSHG είναι αμελητέο ως εκ τούτου δεν έχουμε σημαντικά θερμικά κέρδη από τον ανεμιστήρα.

IV Διαρροή Αεραγωγών

Προσεκτική εργασία πρέπει να περιορίσει τη διαρροή αέρα στις ενώσεις των αγωγών σε 5% της συνολικής παροχής. Εάν οι αγωγοί είναι έξω από τους κλιματιζόμενους χώρους, η επίδραση της διαρροής πρέπει να προστεθεί στο ψ.φ.κ. Στην περίπτωση που μελετάται οι αεραγωγοί διέρχονται όντως από μη κλιματιζόμενο χώρο, συνεπώς θα υπάρχει μία απώλεια των 5%.

Οπότε: Διαρροή αεραγωγών = $(184861+3450)*0,05 = 9415$ BTU/hr

Πίνακας 1.22: Συγκεντρωτικά στοιχεία για το ολικό ψυκτικό φορτίο.

	Q_s BTU/hr	Q_i BTU/hr	Q_t BTU/hr
Κέρδος θερμότητας από εξαερισμό.	180400	4461	184861
Κέρδος θερμότητας στους αεραγωγούς	3450	-	3450
Διαρροή αεραγωγών.	9415	-	9415
Σύνολο	193265	4461	197726

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και επιλογή ισχύς κλιματιστικής μονάδας.

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μελέτη κλιματισμού θα επιλεγεί η εξωτερική ψυκτική μονάδα που θα καλύψει τα φορτία. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 1.23

Πίνακας 1.23: Ολικό ψυκτικό φορτίο κλιματιζόμενου χώρου

	Q_s BTU/hr	Q_i BTU/hr	Q_t BTU/hr
Θερμικό κέρδος RTHG BTU/h	464021	185650	649671
Ψυκτικό φορτίο κλιματισμού BTU/hr	193265	4461	197726
Συνολικό ψυκτικό φορτίο BTU/hr	657286	190111	847397

Η συνολική ψυκτική ισχύς που απαιτείται από το κλιματιστικό σύστημα είναι 847397 BTU/hr ή περίπου 250 KW.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φυσικό αέριο, μπορεί να αποτελεί για την Ελλάδα μια νέα και σχετικά άγνωστη μορφή ενέργειας, όμως στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες χρησιμοποιείται, περίπου, από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα. Είναι αναμενόμενο, λοιπόν, η διεύρυνση του στα ενεργειακά δρώμενα να συνοδεύεται και από τα αντίστοιχα "προβλήματα νεότητας" που σχετίζονται με το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την ασφαλή και ομαλή εισαγωγή του στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας μας, τη δημιουργία καταλλήλων προϋποθέσεων για απρόσκοπτο και ελεύθερο ανταγωνισμό, αλλά και των φορέων εκείνων που θα αποτελέσουν τη βάση της περαιτέρω ανάπτυξής του. Παρά, λοιπόν, τις όποιες ελλείψεις και παραλείψεις μπορεί να υπάρχουν και οι οποίες σταδιακά ξεπερνιούνται ο ρόλος του φυσικού αερίου στον ενεργειακό χάρτη της Ελλάδας προβλέπεται να ενισχυθεί και σύντομα το νέο αυτό καύσιμο να γίνει μέρος της καθημερινότητάς μας. Τουλάχιστον, σε πρώτη φάση των κατοίκων των ηπειρωτικών περιοχών, καθώς η εισαγωγή του στα νησιωτικά διαμερίσματα και ειδικότερα στην Κρήτη δεν αποτελεί για την ώρα άμεση προτεραιότητα

2.1.1 Τι είναι και πώς σχηματίζεται

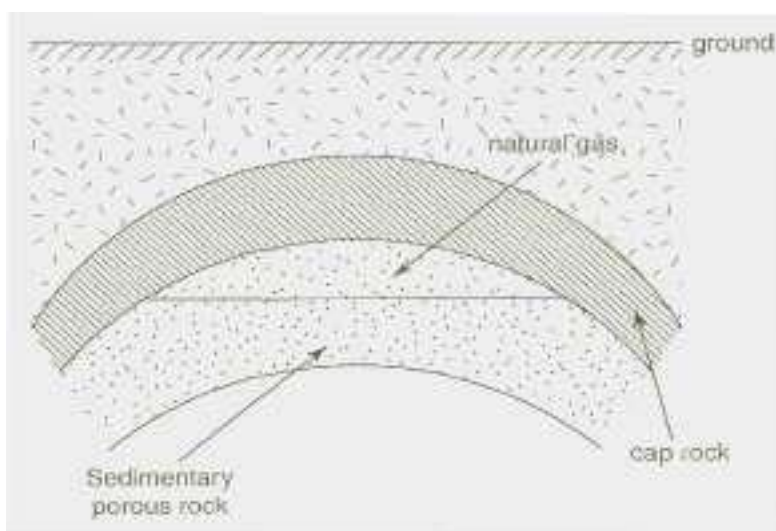
Με την ευρύτερη έννοια του όρου, φυσικό αέριο μπορεί να θεωρηθεί οποιαδήποτε φυσική ουσία βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της γης σε αέρια κατάσταση, η οποία εκτός από ελαφρότερους κορεσμένους υδρογονάνθρακες μπορεί να περιέχει διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογόνο, ήλιο και αργό.

Στην πράξη, όμως, φυσικό αέριο εννοείται κάθε μείγμα αερίων υδρογονανθράκων με υψηλή αναλογία σε μεθάνιο, το οποίο περιέχει σε μικρότερες αναλογίες βαρύτερους υδρογονάνθρακες και ενδεχομένως μικρές ποσότητες αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα, οξυγόνου, ίχνη άλλων ενώσεων και στοιχείων. Αυτό το αέριο μείγμα είναι παγιδευμένο σε μια φυσική δεξαμενή που σχηματίζεται από ένα στεγανό στρώμα (cap rock) και ένα πορώδες ιζηματογενές στρώμα (sedimentary porous rock) [Εικόνα 2.1]. Επίσης, κάτω από το χώρο τον οποίο καταλαμβάνει το φυσικό αέριο υπάρχει, συνήθως, νερό, όπως μπορεί να υπάρχει και αέριο αναμεμειγμένο με πετρέλαιο [Εικόνα 2.2].

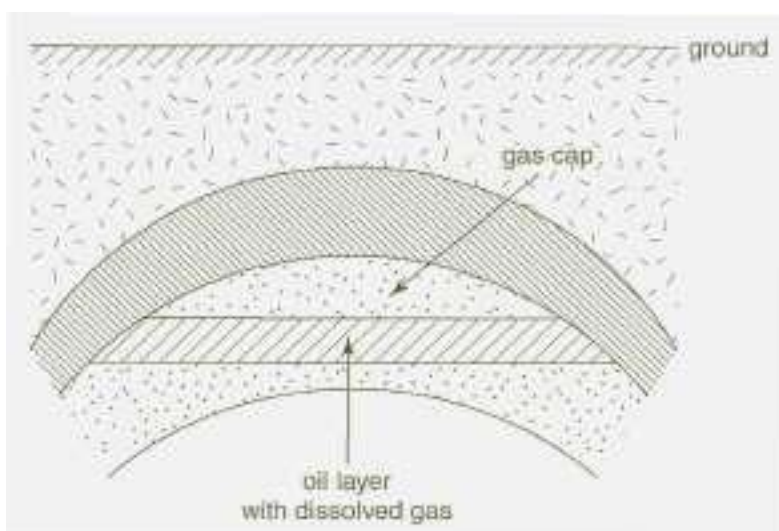
Το φυσικό αέριο μέχρι τελευταία θεωρούταν ότι είναι οργανικής προέλευσης. Μια νεότερη θεωρία υποστηρίζει ότι το μεγαλύτερο μέρος των αποθεμάτων του φυσικού αερίου προέρχεται από την πρωταρχική ύλη του ηλιακού συστήματος και όχι από βιολογικές διεργασίες. Έτσι, σε μεγάλα βάθη στο εσωτερικό της Γης θα πρέπει να υπάρχουν τεράστια αποθέματα Φ.Α. και ως απόδειξη αναφέρονται οι έντονες

εκλύσεις αερίων κατά τις εκρήξεις ηφαιστείων και σεισμών. Ενδείξεις για την ορθότητα της συγκεκριμένης θεωρίας έδωσαν γεωτρήσεις στις ΗΠΑ σε βάθη 4.5 έως 9 Km και στη χερσόνησο Κόλα, κοντά στο Μουρμάνσκ της Ρωσίας, σε βάθη 12 Km.

Η επικρατούσα άποψη, πάντως, υποστηρίζει την οργανική προέλευση του Φ.Α., ως αποτέλεσμα δυο διαδικασιών, της δημιουργίας του μαζί με το πετρέλαιο και μαζί με τους άνθρακες. Στην πρώτη, τα νεκρά υπολείμματα πλαγκτού και αλγών σε αβαθείς αρχέγονες θάλασσες, τα οποία υπέστησαν ζύμωση στους πυθμένες των θαλασσών και έπειτα καλύφθηκαν από ανόργανα ιζήματα (άμμο, άσβεστο, πηλό) μετατραπήκαν, μέσω καταλυτικών διεργασιών, σε άσφαλτο. Έτσι, με την αυξανόμενη βύθιση του πυθμένα της θάλασσας, η οποία συνοδεύεται από αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας, σχηματίστηκαν από την άσφαλτο υγροί και αέριοι υδρογονάνθρακες. Φυσικό αέριο μέσω της προαναφερθείσας διαδικασίας εμφανίζεται στις πλούσιες σε υδρογονάνθρακες λεκάνες της Γης, όπως η περιοχή της Βόρειας Θάλασσας και του Περσικού Κόλπου.



Εικόνα 2.1: Παγιδευμένο αέριο ανάμεσα σε ένα στεγανό & ένα πορώδες ιζηματογενές στρώμα



Εικόνα 2.2: Πετρέλαιο αναμειγμένο με αέριο ανάμεσα σε ένα στεγανό & ένα πορώδες ιζηματογενές στρώμα

Κατά τη δεύτερη διαδικασία, ανώτεροι φυτικοί οργανισμοί από παλαιότερες γεωλογικές περιόδους, κυρίως την Εποχή του Άνθρακα, ύστερα από απότομη βύθιση του εδάφους βρέθηκαν σε βαθύτερα στρώματα της Γης. Αυτή η φυτική ύλη, μέσω της διεργασίας της ενανθράκωσης, μετατράπηκε κατά σειρά σε τύρφη, λιγνίτη, λιθάνθρακα και ανθρακίτη. Στη διάρκεια της ενανθράκωσης σχηματίσθηκαν σε μεγάλες ποσότητες αέρια προϊόντα διάσπασης, κυρίως μεθάνιο. Στην Ολλανδία και το νότιο τμήμα της Βόρειας Θάλασσας συναντάται Φ.Α. το οποίο δημιουργήθηκε με την ανωτέρω διαδικασία.

2.1.2 Ιστορική αναδρομή

Ο 19^{ος} αιώνας αποτέλεσε την αφετηρία της βιομηχανίας αερίων καυσίμων. Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 2.1, τα πρώτα αέρια καύσιμα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για φωτισμό. Πρώτα απ' όλους, οι Αμερικανοί σκεφτήκαν να συλλέξουν και αξιοποιήσουν, αντί να καίνε, το εξαγόμενο Φ.Α. Έτσι, το 1858 δημιουργήθηκε η πρώτη εταιρεία παραγωγής Φ.Α. στην Πολιτεία της Νέας Υόρκης (Fredonia Gas Light). Σύντομα δημιουργήθηκαν τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς, καταρχήν για βιομηχανική χρήση και ύστερα για την κάλυψη αναγκών στον οικιακό και εμπορικό τομέα. Μάλιστα, το 1891 κατασκευάστηκε αγωγός μεταφοράς Φ.Α. μήκους 160 Km, ο οποίος συνέδεε το Σικάγο με την Ιντιάνα. Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα οι ΗΠΑ κατείχαν κυρίαρχη θέση στον τομέα του Φ.Α., καθώς παρήγαγαν το 80 % της παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλισκαν το 90 % αυτής.

Η ανάπτυξη στον τομέα του Φ.Α. σημειώθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 50 με την παράλληλη ανάπτυξη του πετρελαίου σε χώρες όπως η Βενεζουέλα, η πρώην Σοβιετική Ένωση, η Ρουμανία, το Ιράν και η Σαουδική Αραβία.

Στην Ευρώπη, η παραγωγή Φ.Α. ξεκίνησε με την εύρεση κοιτασμάτων στην Ιταλία, Γαλλία (1957) και Ολλανδία (1959). Ακολούθησε η ανακάλυψη κοιτασμάτων στη Βόρεια Θάλασσα, το 1967 στη Βρετανική ζώνη και το 1968 στη Νορβηγική ζώνη.

Στις αρχές της δεκαετίας του 70 η ανάπτυξη του Φ.Α. επεκτάθηκε στη Λατινική Αμερική, Ασία, Αφρική και τη Μέση Ανατολή. Ιδιαίτερα μετά τις δυο πετρελαϊκές κρίσεις (1973-1974, 1979), παρατηρήθηκε στροφή σε άλλες μορφές πρωτογενούς ενέργειας με στόχο την απεξάρτηση από τις χώρες του ΟΠΕΚ. Ο τομέας του Φ.Α. που μέχρι τότε είχε αναπτυχθεί μόνο στις χώρες οι οποίες διέθεταν ίδια αποθέματα, άρχισε στη συνέχεια να αναπτύσσεται παντού : με τους αγωγούς και τα πλοία δημιουργήθηκε ένα δίκτυο ικανό να μεταφέρει το Φ.Α. ακόμα και πολύ μακριά από τα σημεία εξαγωγής. Έτσι, το μερίδιο του Φ.Α. στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αναμένεται να αυξηθεί από 18 % στις αρχές της δεκαετίας του 80 σε 25 % το 2010

2.1.3 Το Φυσικό Αέριο στην ελληνική ενεργειακή σκηνή

Πρόδρομος του Φ.Α. στην Ελλάδα ήταν το φωταέριο. Το διέθεσε για πρώτη φορά το 1857, η γαλλική Εταιρεία Φωταερίου, η οποία το 1939 περιήλθε στο Δήμο Αθηναίων. Η δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου (ΔΕΦΑ) συνέχισε να προμηθεύει τους καταναλωτές της με φωταέριο έως το 1984. Τη χρονιά αυτή έγινε η σύνδεση με τα Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου (ΕΛΔΑ) και ξεκίνησε η τροφοδότηση του δικτύου της ΔΕΦΑ με ναφθαέριο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε έως το 1997. Φ.Α. λαμβάνεται μετά το 1982 από τις πετρελαιοπηγές του Πρίνου και χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία λιπασμάτων. Κατανάλωση αερίου κωκακερίας (ΑΚ) υπήρχε από το 1972 έως το 1981, ενώ κατανάλωση αερίου υψικαμίνου (ΑΥ) από το 1967 έως το 1981.

Η κατανάλωση υγρών υδρογονανθράκων του φυσικού αερίου (ΥΦΑ) άρχισε το 1985. Το 1983 όμως, είναι το έτος που καταρτίζεται η πρώτη προμελέτη για το Φ.Α. στην Ελλάδα. Η μελέτη γίνεται για λογαριασμό της τότε Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου (ΔΕΠ) και το 1987 υπογράφεται η πρώτη διακρατική συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Ρωσίας για την προμήθεια Φ.Α. Ακολουθούν συμφωνίες της ΔΕΠ με την ρωσική Sojuzgazexport, σήμερα Gazexport (θυγατρική της Gazprom), και με την Sonatrach της Αλγερίας. Η επιλογή της εισαγωγής Υ.Φ.Α. από την Αλγερία, παρότι συνεπάγεται μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με την εισαγωγή Φ.Α. από τη Ρωσία, εντούτοις κρίνεται ωφέλιμη, καθώς εξασφαλίζει την κάλυψη της ημερήσιας ζήτησης αιχμής, με τον εμπλουτισμό των ήδη υπάρχοντων ποσοτήτων αερίου, αλλά και ενισχύει την αξιοπιστία του Συστήματος με τη διασφάλιση της πτώσης πίεσης, ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες που είναι σύνηθες φαινόμενο. Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η νεότερη συμφωνία με την τουρκική εταιρεία Botas, η οποία υπογράφηκε στις 23 Δεκεμβρίου 2003, για την προμήθεια 0,75 δις m³ Φ.Α. ετησίως, μόλις ολοκληρωθούν τα έργα σύνδεσης των δικτύων των δυο χωρών.

Το Φ.Α. δεν έχει σταθερή σύνθεση και μπορεί να διαφέρει από κοίτασμα σε κοίτασμα. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με την ανάγκη μεταφοράς του μέσω διεθνών διασυνδεδεμένων δικτύων καθιστά απαραίτητο τον έλεγχο της σύστασης και των ιδιοτήτων του για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ενέργειας και του κόστους βάσει των διεθνών συμβάσεων προμήθειας. Στον ακόλουθο πίνακα 2.1 φαίνονται η χημική σύσταση και οι ιδιότητες των δυο τύπων Φ.Α. τους οποίους εισάγει η χώρα μας :

Πίνακας 2.1: Σύσταση Φυσικού Αερίου που χρησιμοποιείται στη Ελλάδα

ΣΥΣΤΑΣΗ-ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ		ΡΩΣΙΚΟ Φ.Α.	ΑΛΓΕΡΙΝΟ Φ.Α.
Περιεκτικότητα (% κ.ο.) σε :			
Μεθάνιο	CH ₄	min 85	85.6-96.6
Αιθάνιο	C ₂ H ₆	max 7	3.2-8.5
Προπάνιο	C ₃ H ₈	max 3	0-3
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	max 2	0-1.2
Πεντάνιο	C ₅ H ₁₂	max 1	0-0.7
Άζωτο	N ₂	max 5	0.2-1.4
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	max 3	-
Θειούχες ενώσεις:			
Υδρόθειο	H ₂ S	max 5 mg/m ³	max 0.5ppm
Μερκαπτάνες	C _n H _{2n} S	max 15 mg/m ³	max 2.3 mg/m ³
Σύνολο Θείου	S ₂	max 60 mg/m ³	max 30 mg/m ³
Πυκνότητα	P	0.685 Kg/ m ³	0.74-0.82 Kg/ m ³
Μέση Α.Θ.Δ.	Ho	9524 Kcal/Nm ³	9982 Kcal/Nm ³
Μέση Κ.Θ.Δ.	H _u	8686 Kcal/Nm ³	9016 Kcal/Nm ³

Σημείωση : Για το ρωσικό Φ.Α. το m³ και η ΑΘΔ ορίζονται σε θερμοκρασία 20°C και πίεση 1.01325 bar, ενώ για το αλγερινό Φ.Α. τα αντίστοιχα μεγέθη ορίζονται στους 0°C και 1.01325 bar.

Το Σεπτέμβριο του 1988 ιδρύθηκε η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) ως 100% θυγατρική της τότε ΔΕΠ, σήμερα Ελληνικά Πετρέλαια (ΕΠ), η οποία κατέχει

πλέον το 35% της ΔΕΠΑ, ενώ το υπόλοιπο 65% έχει περιέλθει στο Ελληνικό Δημόσιο.

Η ΔΕΠΑ είναι υπεύθυνη για την:

- I. Εισαγωγή, μεταφορά και αποθήκευση του Φ.Α. Η σύμβαση με την Gazexport είναι εικοσαετούς διάρκειας με αφετηρία το Σεπτέμβριο του 1996 και αφορά στην προμήθεια 2,24 δις m³ ετησίως με δυνατότητα επέκτασης στα 2,8 δις m³ έως το 2016 και με πρόβλεψη ανανέωσης της έως το 2026. Με την αλγερινή Sonatrach είχε αφετηρία τον Φεβρουάριο του 2000, αντίστοιχης διάρκειας (έως το 2020) και αφορά την τροφοδοσία 0,51-0,68 δις m³ Φ.Α. ετησίως.
- II. Κατασκευή και εκμετάλλευση του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ).
- III. Πώληση Φ.Α. σε μεγάλους καταναλωτές με ετήσια κατανάλωση άνω των 10 εκατομμυρίων m³.
- IV. Πώληση Φ.Α. σε Εταιρείες Παροχής Αερίου (ΕΠΑ), στις οποίες συμμετέχουν ιδιώτες επενδυτές κατά 49 % .Το 1995 η ΔΕΠΑ ίδρυσε τρεις θυγατρικές εταιρείες, τις Εταιρείες Διανομής Αερίου (ΕΔΑ) Αττικής, Θεσσαλονίκης και Θεσσαλίας, των οποίων σήμερα κατέχει το σύνολο των μετοχών τους. Οι τρεις ΕΔΑ διεξήγαγαν διεθνείς Διαγωνισμούς για την εξεύρεση ιδιωτών επενδυτών, προκειμένου από κοινού να συστήσουν τις αντίστοιχες ΕΠΑ, οι οποίες δραστηριοποιούνται στους τομείς της ανάπτυξης, λειτουργίας, συντήρησης και εκμετάλλευσης του Συστήματος Διανομής Αερίου που εντάσσεται στις περιοχές τους. Μετά την ολοκλήρωση των Διαγωνισμών, που ανέδειξαν ως πλειοδότες τις εταιρείες Cinergy-Shell για την περιοχή της Αττικής και Italgas για τις περιοχές της Θεσσαλονίκης και Θεσσαλίας, συστήθηκαν οι ΕΠΑ Αττικής, ΕΠΑ Θεσσαλονίκης και ΕΠΑ Θεσσαλίας, με συμμετοχή των αντίστοιχων ΕΔΑ κατά 51% και των Cinergy-Shell και Italgas αντίστοιχα κατά 49% . Η ΔΕΠΑ βρίσκεται στη διαδικασία ίδρυσης νέων θυγατρικών εταιρειών (ΕΠΑ), οι οποίες θα δραστηριοποιούνται στις περιοχές της Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης καθώς και στην περιοχή της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας.
- V. Διανομή Φ.Α. σε περιοχές όπου δεν έχουν συσταθεί Εταιρείες Παροχής Αερίου. Αξίζει να σημειωθεί, πάντως, ότι μετά την επικείμενη απελευθέρωση της αγοράς Φ.Α. ο ρόλος της ΔΕΠΑ αναμένεται να μεταβληθεί έτσι, ώστε να είναι σύμφωνη με τις διατάξεις της Κοινοτικής Οδηγίας 2003/55/ΕΚ (ΕΕ L 176/57).

2.1.4 Νομοθεσία και Θεσμικό Πλαίσιο Φυσικού Αερίου

Βασικά κείμενα που συνθέτουν τον κορμό του Θεσμικού Πλαισίου το οποίο αφορά τη χρησιμοποίηση του Φ.Α. είναι :

- ΤΟΤΕΕ 2471/86 : " Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Διανομή καυσίμων αερίων (Αναθεώρηση του Σχεδίου ΤΟΤΕΕ 2471/80)".

- Υπουργική Απόφαση Δ3/Α/5286 (Φ.Ε.Κ. Β' 236/26-03-1997): "Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας άνω των 50 mbar και μέγιστη πίεση λειτουργίας έως και 16bar".
- Υπουργική Απόφαση Δ3/Α/11346 (Φ.Ε.Κ. Β' 963/15-07-2003): "Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 mbar".
- Εγκύκλιος 27/04-03-2004 : "Διευκρινίσεις για την εφαρμογή του Τεχνικού Κανονισμού Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 mbar, στις νέες και υφιστάμενες κτιριακές εγκαταστάσεις και επιχειρήσεις".
- Προεδρικό Διάταγμα 420/87 (Φ.Ε.Κ. Α' 187/20-10-1987): "Εγκατάσταση δικτύων αερίων καυσίμων σε νέες οικοδομές", άρθρο 30 του Ν.3175/03 ("Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις").

Ιδιαίτερης αναφοράς χρήζει ο " Τεχνικός Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar " , ο οποίος παρέχει γενικές οδηγίες για τον ασφαλή σχεδιασμό, την ασφαλή κατασκευή, μετατροπή, δοκιμή, λειτουργία και συντήρηση μιας εσωτερικής εγκατάστασης με πίεση έως και 1 bar. Ο συγκεκριμένος κανονισμός αφορά εγκαταστάσεις Φ.Α. οι οποίες πραγματοποιούνται (συναρμολογούνται) στο χώρο του καταναλωτή και υπ' ευθύνη του. Επίσης, ισχύει για το τμήμα της εγκατάστασης αερίου μετά το σημείο παράδοσης-παραλαβής του αερίου από τον τοπικό φορέα διαχείρισης του αερίου (ΕΠΑ) έως το σημείο εξόδου της εγκατάστασης απαγωγής των καυσαερίων στην ύπαιθρο. Ο κανονισμός αυτός αποτελεί σημαντικό εργαλείο για κάθε μελετητή και φυσικά αποτέλεσε οδηγό για την παρούσα πτυχιακή εργασία

2.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.2.1 Σύνδεση με το δίκτυο του Φυσικού Αερίου

Αξίζει να σημειωθεί, πριν γίνει εκτενής αναφορά στην εσωτερική εγκατάσταση του κτιρίου, η διαδικασία την οποία οφείλει να ακολουθήσει ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να συνδεθεί με το δίκτυο του Φ.Α. Η προαναφερθείσα διαδικασία περιλαμβάνει έξι απλά βήματα έτσι, ώστε ο καταναλωτής να απολαμβάνει τα οφέλη της χρήσης του νέου, για τη χώρα μας, αυτού καυσίμου. Τα βήματα αυτά είναι τα εξής:

- I. Ο καταναλωτής επικοινωνεί με την αρμόδια ΕΠΑ για να μάθει εάν το δίκτυο είναι ενεργοποιημένο στην περιοχή του, και πιο συγκεκριμένα στο δρόμο του. Επίσης, μπορεί να ενημερωθεί για οτιδήποτε σχετικό με το φυσικό αέριο.
- II. Έπειτα, εφόσον το δίκτυο είναι ενεργοποιημένο, συμπληρώνει και καταθέτει την αίτηση σύνδεσης στην ΕΠΑ.

- III. Έρχεται σε επαφή με αδειοδοτημένους τεχνικούς, από τους οποίους λαμβάνει προσφορά για την επιλογή των συσκευών και το συνολικό κόστος της εσωτερικής εγκατάστασης.
- IV. Υπογράφει τη σύμβαση με την ΕΠΑ, η οποία τοποθετεί το μετρητή.
- V. Οι αδειοδοτημένοι τεχνικοί πραγματοποιούν την εσωτερική εγκατάσταση και τοποθετούν τις συσκευές αερίου.
- VI. Η ΕΠΑ πραγματοποιεί τον τελικό έλεγχο της εγκατάστασης και ξεκινά η παροχή φυσικού αερίου. Η ΕΠΑ υποχρεούται να προβεί σε έλεγχο της μελέτης. Στην περίπτωση όπου διαπιστωθούν παραλήψεις στην μελέτη η ΕΠΑ καλείται να καταγράψει τα σημεία προσοχής και επανελέγχου προς τον αρμόδιο μελετητή. Όταν η μελέτη καταστεί αποδεκτή μπορεί να αρχίσει η διαδικασία κατασκευής της εσωτερικής εγκατάστασης. Η εταιρία προβαίνει σε έλεγχο της κατασκευής και των απαραίτητων πιστοποιητικών ώστε να τροφοδοτήσει με αέριο την εγκατάσταση. Τέλος εκδίδεται άδεια χρήσης εφόσον διαπιστωθεί συμφωνία της μελέτης με την κατασκευή της εσωτερικής εγκατάστασης και εάν διαπιστωθούν κακοτεχνίες αυτή χορηγείται κατόπιν επιδιόρθωσης τους

2.2.2 Τεχνική περιγραφή εγκατάστασης Φυσικού Αερίου

I. Γενικά

Αντικείμενο της περιγραφής αυτής είναι η εγκατάσταση δικτύου αερίων καυσίμων σε επαγγελματικό χώρο. Συγκεκριμένα πρόκειται για αίθουσα δεξιώσεων με βοηθητική κουζίνα όπου η εγκατάσταση του δικτύου φυσικού αερίου εξυπηρετεί στον κεντρικό κλιματισμό του χώρου (θέρμανση – ψύξη) καθώς και στην επεξεργασία τροφίμων στην κουζίνα. Επίσης θα καλυφθούν ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης σε W.C και κουζίνα. Η εγκατάσταση των δικτύων θα γίνει σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου Δ3/Α/11346 (Φ.Ε.Κ. Β' 963/15-07-03) με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar και θα περιλαμβάνει:

- Τον μετρητή αερίων της ΕΠΑ.
- Δίκτυο σωληνώσεων που θα ξεκινά από τον μετρητή και θα καταλήγει στα σημεία λήψεων.

II. Παροχή: Η παροχή του αερίου στο χώρο ξεκινά από τη διακλάδωση του δικτύου πόλης (σημείο σύνδεσης) και καταλήγει στον μετρητή, εκτελείται δε και συντηρείται από την εταιρεία διανομής του αερίου.

III. Μετρητές: Προβλέπεται να τοποθετηθεί ένας μετρητής σε κοινόχρηστο χώρο στο επίπεδο του ισογείου σε ειδικό χώρο πλησίον της πύλης του οικοπέδου όπου βρίσκετε η αίθουσα δεξιώσεων. Η ακριβής θέση του μετρητή αερίου φαίνεται στα σχέδια κάτοψης, στην οποία καταλήγουν οι σωλήνες παροχής της εταιρείας αερίου. Η τελική θέση του μετρητή εγκρίνεται από την εταιρεία διανομής αερίου κατόπιν πρότασης του ενδιαφερομένου (ιδιοκτήτη ή εργοδότη), ο οποίος έχει τη δυνατότητα να τοποθετήσει τον μετρητή σε άλλη, καλύτερη θέση. Ο μετρητής έχει την διάταξη που φαίνεται στην εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3: Μετρητές φυσικού αερίου

Ο τόπος εγκατάστασης των μετρητών αερίου δεν επιτρέπεται να είναι θερμός, αντίθετα πρέπει να είναι εύκολα προσπελάσιμος, ξηρός και αεριζόμενος. Επίσης, δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση μετρητών αερίου σε κλιμακοστάσιο (πλην κτιρίων κατοικιών ύψους έως 4 m και εμβαδού έως 200 m²), στους διαδρόμους με γενική πρόσβαση, οι οποίοι χρησιμεύουν ως οδεύσεις διαφυγής, εκτός εάν οι μετρητές έχουν διαταχθεί έτσι ώστε να μην αποτελούν εμπόδιο, σε περιοχές στις οποίες χρησιμοποιούνται ουσίες που ευνοούν την πυρκαγιά, ευκόλως αναφλέξιμες ή εύφλεκτες στερεές, υγρές ή αέριες ουσίες ή καύσιμα υγρά με σημείο φλόγας έως 55 °C σε επικίνδυνες ποσότητες. Συνιστάται για την προστασία των μετρητών από καταστροφές να τοποθετούνται σε ερμάρια ή φωλιές, κατασκευασμένα από άκαυστα υλικά, με δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστον 30 min, ιδιαίτερα εάν δεν προβλέπεται ιδιαίτερος χώρος για την εγκατάστασή τους.

IV. Κανόνες υπολογισμού διαστασιολόγησης αγωγών: Η διαστασιολόγηση του δικτύου με ονομαστική τιμή της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου 20 mbar γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού Δ3/A/11346 (Φ.Ε.Κ. Β' 963/15-07-03) με την παραδοχή μέγιστης επιτρεπόμενης πτώσης πίεσης Δεπιτρ. = 1.3 mbar. Η διαθέσιμη συνολική πτώση πίεσης ΔΡεπιτρ. = 1.3 mbar κατανέμεται:

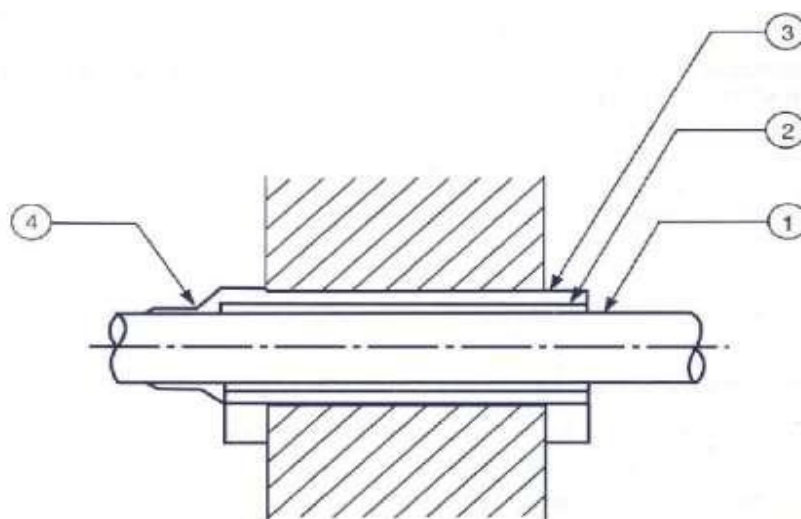
- 0.8 mbar στους κεντρικούς αγωγούς τροφοδοσίας.
- 0.5 mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

Αν και στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για απλό δίκτυο σωληνώσεων (τροφοδοσία έως 3 συσκευές), οπότε δεν απαιτείται η κατανομή της διαθέσιμης συνολικής πτώσης πίεσης στον κεντρικό κλάδο τροφοδοσίας και στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών και μόνο κριτήριο παραμένει η μη υπέρβαση των 1.3 mbar.

Η διαστασιολόγηση του δικτύου με πίεση λειτουργίας **μεγαλύτερη από 20 mbar γίνεται με μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης ίση με το 5 % της πίεσης λειτουργίας**. Τέλος, η μέγιστη ταχύτητα ροής του αερίου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 6 m/s.

V. Δίκτυα σωληνώσεων-Εξαρτήματα: Για την κατασκευή των δικτύων σωληνώσεων των τμημάτων πίεσης 25 mbar θα χρησιμοποιηθεί χαλυβδοσωλήνας σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ. 269 μεσαίου τύπου(ρ EN

10255) . Οι συνδέσεις των χαλύβδινων σωληνώσεων θα γίνουν με συγκολλητές συνδέσεις κατά ΕΛΟΤ EN 288-1 και θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινα εξαρτήματα κατά ΕΛΟΤ EN 10253-1. Για τα τμήματα των αγωγών όπου η πίεση θα είναι 1 bar θα χρησιμοποιηθεί πλαστικός σωλήνας πολυαιθλαινίου PE80 κατά prEN 1555-2 όπου η σύνδεση των πλαστικών σωληνώσεων θα γίνει με συγκολλητές συνδέσεις. Τα δίκτυα αερίων καυσίμων θα απέχουν από τα δίκτυα ύδρευσης τουλάχιστον 5 cm και τα ηλεκτρικά δίκτυα 10 cm. Επίσης, τα δίκτυα θα συνδεθούν στη γείωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Οι πλαστικές σωληνώσεις που θα οδεύουν παράλληλα της περιφραξης του οικοπέδου θα είναι εντός τάφρου, για την αποφυγή ανεπιτήρητων τάσεων στον υπόγειο αγωγό αερίου ο πυθμένας της τάφρου θα έχει κατασκευαστεί έτσι, ώστε η σωλήνωση να εδράζεται σε όλο το μήκος της. Οι σωλήνες περιβάλλονται με στρώση τουλάχιστον 10 cm από υλικά επίχωσης κατάλληλης κοκκομετρίας για τη μηχανική αντοχή της επιφάνειας των σωλήνων ή της μόνωσης. Ο αγωγός τοποθετείται με υπερκάλυψη 1,0m για πίεση λειτουργίας μέχρι 1 bar. Η θέση των σωληνώσεων εντός εδάφους θα επισημαίνονται καθ' όλο το μήκος τους με πλαστικό πλέγμα κίτρινου χρώματος, το οποίο θα τοποθετηθεί περίπου 30 cm επάνω από τους σωλήνες. Σε ορισμένα σημεία των σωληνώσεων θα υπάρχουν φρεάτια με ένδειξη φυσικού αερίου και κίτρινο χρώμα όπου εντός τους θα υπάρχουν συνδέσεις σωληνώσεων, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και γενικότερα τα στοιχεία μορφής καθώς και τις ασφαλιστικές διατάξεις του δικτύου. Οι χαλύβδινες σωλήνες θα βρίσκονται εξωτερικά, θα φέρουν κατάλληλη μόνωση και το μόνο τμήμα που θα εντοιχίζεται θα είναι το τμήμα σύνδεσης με τις συσκευές της κουζίνας όπου τηρούνται και τα προβλεπόμενα από την νομοθεσία, που ορίζει ότι θα χρησιμοποιούνται μόνο σωλήνες με ειδική αντισκωρική προστασία ή με ειδική πλαστική επένδυση από PVC. Επίσης όταν οι σωλήνες θα διέρχονται από υγρούς χώρους απαγορεύεται ο εντοιχισμός τους. Τα ορατά τμήματα των σωληνώσεων θα βαφτούν με κατάλληλο χρώμα κίτρινης απόχρωσης.



1. Σωλήνας αερίου με αντιδιαβρωτική προστασία
2. Στεγανωτικό υλικό και στις δύο πλευρές του τοίχου
3. Προστατευτικός σωλήνας από PVC ή αντίστοιχο
4. Κούμπωμα από ελαστικό

Σχήμα 2.1: Διέλευση σωλήνα αερίου από τοίχο με προστασία μανδύα

Τα τμήματα των σωληνώσεων που διαπερνούν εγκάρσια τοίχους θα προστατεύονται με κατάλληλο προστατευτικό υλικό (χιτώνιο ή μανδύας) με τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 2.1 . Τα δίκτυα των σωληνώσεων θα στηριχθούν με πυράντοχα στηρίγματα. Όλοι οι αγωγοί οι οποίοι διαπερνούν μέσα από πάτωμα, οροφή, ή τοίχο ενός κτιρίου θα πρέπει να επικαλύπτονται με χιτώνια. Κατά μήκος του χιτωνίου θα πρέπει να αποφεύγονται συνδέσεις των σωληνώσεων. Αυτό δεν ισχύει μόνο για τους τοίχους που φέρουν βάρος αλλά για όλους τους τοίχους. Το χιτώνιο θα πρέπει να σφραγίζεται:

- Ανάμεσα στο χιτώνιο και τα τούβλα
- Στο εσωτερικό ανάμεσα στο χιτώνιο και τον αγωγό, με πυρανθεκτική μαστίχα.

Στην δεύτερη περίπτωση το χιτώνιο θα πρέπει να σφραγίζεται από την μία μόνο πλευρά, κατά προτίμηση δηλαδή της πλευράς που βρίσκεται σε ανοιχτό χώρο. Το χιτώνιο ενός κουτιού μετρητή θα πρέπει να σφραγίζεται στο σημείο εισόδου στο κτίριο. Ένα κενό τουλάχιστον 3 mm θα πρέπει να υπάρχει γύρω από τον αγωγό προκειμένου ο αγωγός να μπορεί να εισαχθεί στο χιτώνιο (για σωληνώσεις διαμέτρου μεγαλύτερης των 80 mm το κενό ανάμεσα στον αγωγό και το χιτώνιο θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 13 mm). Τα χιτώνια θα πρέπει να είναι από κατάλληλα υλικά, ώστε να μην μειώνουν την πυρανθεκτικότητα των δομών στις οποίες τοποθετούνται. Συνήθως γίνονται από το ίδιο υλικό που κατασκευάζεται η σωλήνωση.

Πριν από κάθε συσκευή και αμέσως μετά τον μετρητή θα εγκατασταθούν βάνες αερίου οι οποίες θα είναι κατασκευασμένες από ειδικά κράματα, τα οποία αντέχουν στη διάβρωση, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 331. Οι τιμές των αντιστάσεων των διακοπών αυτών, καθώς και των υπολοίπων εξαρτημάτων (γωνίες, ταυ, συστολές) είναι αυτές που προτείνονται από τον κανονισμό και φαίνονται στα γενικότερα στοιχεία της μελέτης και, φυσικά, έχουν ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό των τριβών των διαφόρων κλάδων.

VI. Συσκευές αερίου: Σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη και κατόπιν μελέτης των αναγκών που πρέπει να καλυφθούν από τις συσκευές, επιλέχθηκαν για την κουζίνα ένας φούρνος αερίου εστιατορίου με δυνατότητα έξι σκευών, μία εστία φυσικού αερίου εστιατορίου με δυνατότητα έξι εστιών και σχαριέρα αερίου με λιποσυλλέκτη νερού. Για τον κλιματισμό του χώρου επιλέχθηκε ως λύση κλιματιστική μονάδα που χρησιμοποιεί ως καύσιμο φυσικό αέριο. Έχει δηλαδή κινητήρα εσωτερικής καύσεως που δίνει κίνηση στον συμπιεστή της κλιματιστικής μονάδας αντί του συνηθισμένου ηλεκτροκινητήρα. Αυτού του είδους κλιματιστική μονάδα μας δίνει επίσης μέσο συμπαραγωγής ζεστό νερό χρήσης χωρίς περεταίρω εγκαταστάσεις θερμοσίφωνα κ.τ.λ. Από την μελέτη κλιματισμού και σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη επιλέχθηκαν για τον κλιματισμό του κτιρίου οι εξωτερικές Μονάδες των 20 HP και 25 HP (AXGP 560D1 και AXGP 710D1) του συστήματος GAS HEAT PUMPS της εταιρίας ghp TECH με ψυκτική ισχύς 56 KW και 71 KW αντίστοιχα. Έχουν δε κατανάλωση φυσικού αερίου για την ψυκτική μονάδα των 20 HP, κατά την ψύξη 3,74 Nm³/h και κατά την θέρμανση 3,75 Nm³/h, και για την ψυκτική μονάδα των 25 HP, κατά την ψύξη 5,00 Nm³/h και κατά την θέρμανση 5,06 Nm³/h. Με πίεση λειτουργίας και των δύο ειδών ψυκτικών μονάδων τα 25 mbar. Για την κάλυψη των αναγκών του

κλιματιζόμενου χώρου χρειάζονται τέσσερις μονάδες, δύο των 20 HP και δύο 25 HP, επίσης για την μελέτη διαστασιολόγησης του δικτύου φυσικού αερίου θα χρησιμοποιηθούν οι χειμερινές συνθήκες καθώς αυτές είναι οι πιο δυσχερείς. Οι εξωτερικές μονάδες των 20 HP και 25 HP του συστήματος GAS HEAT PUMPS φαίνονται στην εικόνα 2.4

Εξωτερική Μονάδα 20 & 25 HP (AXGP 560D1 & AXGP 710D1)



Εικόνα 2.4: Ψυκτική μονάδα των 20 HP και 25 HP

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών μονάδων των 20 HP και 25 HP του συστήματος GAS HEAT PUMPS φαίνονται στον πίνακα 2.2

Πίνακας 2.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά

		Αποδόσεις - Καταναλώσεις					
ΜΟΝΑΔΕΣ		8 HP	10 HP	13 HP	16 HP	20 HP	25 HP
ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	ΨΥΞΗ	22,4 kW	28 kW	35,5 kW	45 kW	56 kW	71 kW
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	26,5 kW	33,5 kW	42,5 kW	53 kW	67 kW	84 kW
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΕΡΙΟΥ	ΨΥΞΗ	16 kW	19,7 kW	25,6 kW	30 kW	39,6 kW	53,1 kW
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	16,3 kW	21,3 kW	26 kW	30,9 kW	39,8 kW	53,7 kW
COP ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΙΟΥ	ΨΥΞΗ	1,4	1,42	1,39	1,5	1,42	1,34
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	1,6	1,58	1,63	1,72	1,68	1,56
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΦΥΣ. ΑΕΡΙΟΥ	ΨΥΞΗ	1,50 Nm ³ /h	1,86 Nm ³ /h	2,42 Nm ³ /h	2,83 Nm ³ /h	3,74 Nm ³ /h	5,00 Nm ³ /h
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	1,54 Nm ³ /h	2,00 Nm ³ /h	2,45 Nm ³ /h	2,92 Nm ³ /h	3,75 Nm ³ /h	5,06 Nm ³ /h
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ	ΨΥΞΗ	1,25 kg/h	1,54 kg/h	2,00 kg/h	2,34 kg/h	3,09 kg/h	4,15 kg/h
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	1,27 kg/h	1,66 kg/h	2,03 kg/h	2,41 kg/h	3,11 kg/h	4,20 kg/h

Σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη επιλέχθηκαν και οι συσκευές της κουζίνας του χώρου η οποία κουζίνα είναι βοηθητική καθώς τα τρόφιμα μαγειρεύονται στις κεντρικές εγκαταστάσεις της εταιρίας catering και μεταφέρονται εκεί για την τελική επεξεργασία (ζέσταμα, γαρνίρισμα κ.λ.π)

Οι συσκευές επιλέχθηκαν από την εταιρία SER GAS, έχουν πίεση λειτουργίας 25 mbar και είναι οι εξής:

Φούρνος αερίου εστιατορίου FG1LS9 με δυνατότητα έξι σκευών GN1/1 με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αναγράφονται στην εικόνα 2.5

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Φούρνος αερίου εστιατορίου FG1LS9-Δυνατότητα για 6 σκεύη GN1/1

Μήκος (mm)	1200
Βάθος (mm)	900
Ύψος (mm)	650
Διαστάσεις φούρνου (mm)	950x720x300
Ισχύς (kW)	16
Θερμότητα (kcal/h)	13.760
Κατανάλωση υγραερίου (kg/h)	1,251
Κατανάλωση Φ.Α.(m ³ /h)	1,688
Βάρος (kg)	90



Εικόνα 2.5: Τεχνικά χαρακτηριστικά φούρνου

Εστία υγραερίου-φυσικού αερίου εστιατορίου FC6 με δυνατότητα έξι εστιών με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αναγράφονται στην εικόνα 2.6

Εστίες υγραερίου FC6

Μήκος (mm)	1260
Βάθος (mm)	900
Ύψος (mm)	265
Βάρος (kg)	97
Εστίες 4 kW	3
Εστίες 6 kW	3
Φούρνος	Όχι
Συνολική Ισχύς (kW)	30
Θερμότητα (kcal/h)	25800
Κατανάλωση υγραερίου (kg/h)	2,37
Κατανάλωση Φ.Α. (m ³ /h)	3,2



Εικόνα 2.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά εστίας

Σχαριέρα αερίου με λιποσυλλέκτη νερού WG3 με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αναγράφονται στην εικόνα 2.7



Εικόνα 2.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά σχαριέρας

Συνοψίζοντας τις καταναλώσεις, στον πίνακα 2.3 φαίνεται η συνολική κατανάλωση φυσικού αερίου.

Πίνακας 2.3: Καταναλώσεις Φυσικού Αερίου

A/A	Είδος κατανάλωσης	Ισχύς (KW)	Κατανάλωση Φυσικού αερίου m ³ /h
1	Εξ. μονάδα κλιματισμού	84	5,060
2	Εξ. μονάδα κλιματισμού	67	3,750
3	Εξ. μονάδα κλιματισμού	84	5,060
4	Εξ. μονάδα κλιματισμού	67	3,750
5	Φούρνος αερίου εστιατορίου	16	1,688
6	Εστία φυσικού αερίου	30	3,200
7	Σχαριέρα αερίου	27	2,580
8	Σύνολο	375	25,088

Κάθε συσκευή θα πρέπει να διαθέτει μια προδιαγεγραμμένη πινακίδα στην οποία θα αναφέρεται ο τύπος του αερίου, η ονομαστική θερμική ισχύς εισόδου και σε

μερικές περιπτώσεις ονομαστική ισχύς εξόδου καθώς επίσης θα πρέπει να αναφέρεται η πίεση λειτουργίας αερίου καθώς και η ένδειξη CE. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να αναφέρονται και στο εγχειρίδιο της συσκευής.

Οι συσκευές αερίου θα συνδέονται προς το δίκτυο σταθερά εκτός από την εστία, τον φούρνο και την σχαριέρα που μπορούν να συνδεθούν με εύκαμπτο σύνδεσμο κατά DIN 3383 ή DIN 3384. Κάθε συσκευή θα είναι εφοδιασμένη με όργανο διακοπής, το οποίο μετά την αποσύνδεση παραμένει σταθερά συνδεδεμένο με την γραμμή προσαγωγής αερίου (gas train). Οι συσκευές αερίου οι οποίες θα εγκατασταθούν στην κουζίνα είναι τύπου Α, δηλαδή συσκευές αερίου με άμεση προσαγωγή αέρα καύσης από τον χώρο που βρίσκονται και αποβολή των καπναερίων στο χώρο αυτόν. Η λυόμενη σύνδεση πρέπει να αποτελείται από το εξάρτημα σύνδεσης ασφάλειας και τον εύκαμπτο αγωγό αερίου ασφάλειας (κατασκευή Μ) με βύσμα σύνδεσης κατά DIN 3383 Teil 1. Το μήκος του εύκαμπτου συνδέσμου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 1.5 m όπως φαίνεται στην εικόνα 2.8

Κατά τη ρύθμιση και δοκιμή λειτουργίας των συσκευών αερίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι οδηγίες εγκατάστασης και χειρισμού του κατασκευαστή, καθώς και οι πιθανοί ιδιαίτεροι όροι της ΕΠΑ. Επίσης, πρέπει να τηρούνται οι διατάξεις για την εξοικονόμηση ενέργειας (βαθμός απόδοσης συσκευών) και την προστασία του περιβάλλοντος (εκπομπές καυσαερίων). Τέλος, οι συσκευές αερίου πρέπει να ρυθμίζονται για την ονομαστική θερμική φόρτιση.



Εικόνα 2.8: Τυπικός εύκαμπτος σύνδεσμος κατάλληλος για μία κουζίνα φυσικού αερίου

VII. Υπολογισμός δικτύων.

Οι λήψεις που προβλέπονται φαίνονται στα σχέδια. Η τιμή ρύθμισης κάθε συσκευής (Nm^3/h) καθώς και η θερμική ισχύς της αναφέρονται στα σχέδια. Οι τιμές φόρτισης των σωληνώσεων (m^3/h) αναφέρονται στα συνημμένα έντυπα υπολογισμού. Οι διατομές των σωληνώσεων των δικτύων φαίνονται στα σχέδια και αιτιολογούνται στους συνημμένους υπολογισμούς. Στα σχέδια σημειώνονται τα μήκη των σωληνώσεων του δικτύου. Επίσης, πρέπει να αναγνωρίζεται η θέση και το είδος των οργάνων εξοπλισμού και των λοιπών στοιχείων μορφής, καθώς και να δίνεται η

θέση, το είδος και η ισχύς των συσκευών. Αυτό γίνεται με τη χρήση τυποποιημένων συμβόλων όπως αυτά αναφέρονται στο (Φ.Ε.Κ. Β' 963/15-07-03).

VIII. Προσαγωγή αέρα καύσης.

Οι συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν στη κουζίνα είναι τύπου Α. Οι ατμοί και τα αέρια θα μεταφέρονται εκτός χώρου μέσω ενός συστήματος εξαερισμού επάνω από τις συσκευές, ο όγκος του χώρου είναι περίπου 300 m³ και έχει συνολικά ανοίγματα 10,5 m² επίσης έχει προβλεφθεί ένα σύστημα εξαναγκασμένου αερισμού του χώρου το οποίο θα τίθεται σε λειτουργία μόνο τους χειμερινούς μήνες καθώς του καλοκαιρινούς μήνες ο αερισμός θα γίνεται φυσικά αφού η κουζίνα δεν κλιματίζεται λόγω του υψηλότερου κόστους της εγκατάστασης κλιματισμού. Θεωρούμε λοιπόν ότι δεν χρειάζεται κάποια επιπλέον θυρίδα αερισμού. Οι κλιματιστικές μονάδες είναι εξωτερικού χώρου και παίρνουν αέρα καύσης κατευθείαν από το περιβάλλον τους. Επίσης δεν χρειάζονται καμινάδα για τα καυσαέρια τους τα οποία τα αποβάλλουν στον ατμοσφαιρικό αέρα και έτσι δεν χρειάζονται κάποια επιπλέον εγκατάσταση. Οι κλιματιστικές μονάδες είναι τύπου Β23 δηλαδή πρόκειται για συσκευή αερίου με θάλαμο καύσης, η οποία λαμβάνει τον αέρα καύσης από τον χώρο εγκατάστασής, φέρει δε ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα και συνδέεται με σύστημα απαγωγής καυσαερίων, βρίσκεται όμως σε ανοιχτό εξωτερικό χώρο και η ίδια η συσκευή απωθεί τα καυσαέρια προς τα πάνω οπότε είναι περιττό το σύστημα απαγωγής των καυσαερίων αφού αυτό που κάνει είναι η μεταφορά των καυσαερίων σε εξωτερικό χώρο και η αποβολή τους στο περιβάλλον.

IX. Καπναγωγοί-Καπνοδόχοι.

Οι συσκευές που βρίσκονται στην κουζίνα είναι τύπου Α και δεν χρειάζονται καπναγωγούς, ο εξαερισμός που χώρου είναι αρκετός. Το κλιματιστικό συγκρότημα βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο οπότε δεν χρειάζεται εξίσου καπνοδόχο.

X. Δοκιμή αντοχής-Έλεγχος στεγανότητας.

Μετά το τέλος των εργασιών θα γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι και δοκιμές σύμφωνα με τα αναφερόμενα στον κανονισμό. Οι αγωγοί υπόκεινται σε δοκιμή αντοχής και δοκιμή στεγανότητας. Οι δοκιμές πρέπει να γίνουν με ορατές τις συνδέσεις των σωληνώσεων και πριν οι αγωγοί επικαλυφθούν με επίχρισμα ή άλλο σχετικό τελείωμα. Οι δοκιμές μπορούν να γίνουν και τμηματικά.

Αγωγοί με πίεση λειτουργίας μέχρι 100 mbar

- Δοκιμή αντοχής

Η δοκιμή αντοχής πραγματοποιείται σε αγωγούς χωρίς εξαρτήματα και μετρητές. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής πρέπει να κλειστούν στεγανά τα ανοίγματα με τάπες, καλύπτρες, ένθετους δίσκους ή τυφλές φλάντζες από μεταλλικά υλικά. Συνδέσεις με αγωγούς που μεταφέρουν αέριο δεν επιτρέπονται. Η δοκιμή αντοχής μπορεί να γίνει και σε αγωγούς με εξαρτήματα, όταν η βαθμίδα ονομαστικής πίεσης των εξαρτημάτων αντιστοιχεί τουλάχιστον στην πίεση δοκιμής.

Η δοκιμή αντοχής πρέπει να γίνει με αέρα ή αδρανές αέριο (π.χ. άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα), όχι όμως με οξυγόνο, με πίεση δοκιμής 1 bar για το δίκτυο χαλυβδοσωλήνων και ο χρόνος δοκιμής είναι 10 min και κατά το διάστημα αυτό δεν

επιτρέπεται να μειωθεί η πίεση. Για το δίκτυο πλαστικής σωλήνας η δοκιμή γίνεται με πίεση 10 bar για χρόνο μισής ώρας.

Για τη δημιουργία της πίεσης χρησιμοποιείται αντλία (π.χ. μια ανάλογη προς την τρόμπα ποδηλάτου) εξοπλισμένη με ενδεικτικά μανόμετρα και προφανώς σπειρώματα σύνδεσης. Κατά τη συμπίεση ο αέρας θερμαίνεται, οπότε η πίεση μειώνεται κατά την ψύξη, έως ο αέρας να αποκτήσει τη θερμοκρασία του σωλήνα. Η διάρκεια της μέτρησης των 10 min ξεκινά μετά τη θερμοκρασιακή εξισορρόπηση, για την οποία απαιτούνται επίσης 10 min.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής συνίσταται το ελαφρό κτύπημα των σωλήνων με μη μεταλλικό σφυρί έτσι, ώστε να αποκολληθούν ρύποι και σκόνες.

Η πίεση πρέπει να επιβάλλεται στη στενότερη διατομή για να αποφευχθεί περίπτωση σφηνώματος πιθανώς ξεχασμένων ξένων σωμάτων μέσα στον αγωγό σε σημεία μείωσης της διατομής.

- Δοκιμή στεγανότητας

Η δοκιμή στεγανότητας πραγματοποιείται σε αγωγούς μαζί με τα εξαρτήματα, χωρίς βέβαια τις συσκευές αερίου και τις διατάξεις ρύθμισης και ασφαλείας. Η δοκιμή στεγανότητας πρέπει να γίνει με αέρα ή αδρανές αέριο (π.χ. άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα), όχι όμως με οξυγόνο, με πίεση δοκιμής 110 mbar. Μετά τη θερμοκρασιακή εξισορρόπηση η πίεση δοκιμής δεν επιτρέπεται να μειωθεί κατά τη διάρκεια του ακόλουθου χρόνου δοκιμής των 10 min. Το όργανο μέτρησης πρέπει να έχει τέτοια ακρίβεια έτσι, ώστε να μπορεί να αναγνωρισθεί και μια πτώση πίεσης 0.1 mbar. Συνίσταται η χρήση μανομέτρου μορφής U. Για τα αποτελέσματα των δοκιμών αντοχής και στεγανότητας πρέπει να εκδίδονται αντίστοιχα πιστοποιητικά, υπογραφόμενα από τον Εγκαταστάτη και τον Επιβλέποντα Αερίου.

Αγωγοί με πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 100 mbar μέχρι 1 bar

Οι αγωγοί πρέπει να υποβληθούν σε μια συνδυασμένη δοκιμή αντοχής και δοκιμή στεγανότητας. Η δοκιμή πρέπει να διεξαχθεί πριν καλυφθούν ο αγωγός και οι συνδέσεις του.

Η δοκιμή γίνεται στους αγωγούς μαζί με τα εξαρτήματα, χωρίς όμως τους ρυθμιστές της πίεσης αερίου, το μετρητή αερίου καθώς και τις συσκευές αερίου με τις αντίστοιχες διατάξεις ρύθμισης και ασφαλείας. Η βαθμίδα ονομαστικής πίεσης των εξαρτημάτων, τα οποία ελέγχονται μαζί με τους αγωγούς, πρέπει να αντιστοιχεί τουλάχιστον στην πίεση δοκιμής. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής πρέπει να κλειστούν στεγανά όλα τα ανοίγματα με τάπες, καλύπτρες, ένθετους δίσκους ή τυφλές φλάντζες από μεταλλικά υλικά για χαλύβδινους αγωγούς ή και από πολυαιθυλένιο για αγωγούς πολυαιθυλενίου. Συνδέσεις με αγωγούς που μεταφέρουν αέριο δεν επιτρέπονται.

Η δοκιμή πρέπει να γίνει με αέρα ή αδρανές αέριο (π.χ. άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα), όχι όμως με οξυγόνο, με πίεση δοκιμής 3 bar. Μετά την επιβολή της πίεσης δοκιμής (αύξηση της πίεσης κατά μέγιστο 2 bar/min) και μετά τη θερμοκρασιακή εξισορρόπηση (περίπου 3 ώρες) η πίεση δοκιμής, λαμβάνοντας υπ' όψη τις δυνατές θερμοκρασιακές μεταβολές του μέσου δοκιμής, δεν επιτρέπεται να πέσει κατά τη διάρκεια του χρόνου δοκιμής, η οποία πρέπει να διαρκέσει τουλάχιστον 2 ώρες. Για όγκο αγωγών άνω των 2000 λίτρων ή διάρκεια δοκιμής πρέπει να αυξάνεται εκάστοτε κατά 15 λεπτά για κάθε περαιτέρω 100 λίτρα.

Ως όργανα μέτρησης πρέπει να χρησιμοποιούνται συγχρόνως ένα καταγραφικό μέτρησης πίεσης της κλάσης 1 καθώς και ένα μανόμετρο της κλάσης 0,6. Οι περιοχές μετρήσεων των οργάνων πρέπει να αντιστοιχούν σε 1,5 φορές την πίεση δοκιμής. Τα όργανα μέτρησης της πίεσης πρέπει να τίθενται σε λειτουργία αμέσως μετά την επιβολή της πίεσης δοκιμής.

Για τα αποτελέσματα της συνδυασμένης δοκιμής φόρτισης και στεγανότητας πρέπει να εκδίδεται αντίστοιχο πιστοποιητικό, υπογραφόμενο από την Εγκαταστάτη και τον Επιβλέποντα Αερίου.

XI. Πυροπροστασία.

Στις κτιριακές εγκαταστάσεις και επιχειρήσεις στις οποίες καταναλώνεται Φ.Α. για την κάλυψη των λειτουργικών τους αναγκών θα λαμβάνονται τα μέτρα και τα μέσα πυροπροστασίας που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία πυροπροστασίας για τη συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Επιπλέον, επιβάλλεται από τον κανονισμό η ύπαρξη δυο φορητών πυροσβεστήρων ξηρής γονέως 6 Kg σε όλους τους χώρους κατανάλωσης Φ.Α. και πλησίον των συσκευών καύσης αερίου.

XII. Λειτουργία-Συντήρηση-Έλεγχος εγκατάστασης.

Ο εν λόγω έλεγχος αναφέρεται στην ύπαρξη και την καλή κατάσταση των προβλεπόμενων ανοιγμάτων, περσίδων, αεραγωγών ή ανεμιστήρων, καθώς και στην αποδοτική λειτουργία του όλου συστήματος. Οι εγκαταστάσεις του αερίου (σωληνώσεις, εξοπλισμός, συσκευές,) πρέπει να ελέγχονται και να συντηρούνται από τα αρμόδια πρόσωπα, τα οποία ορίζονται από τον κανονισμό, τουλάχιστον μια φορά το έτος. Η ΕΠΑ διατηρεί το δικαίωμα ελέγχου της εγκατάστασης αερίου, όποτε κρίνει αυτό σκόπιμο. Ο καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να διευκολύνει την ΕΠΑ να διενεργήσει τον έλεγχο.

Παρατηρήσεις

Η εγκατάσταση αερίου θα εκτελεστεί από ειδικευμένο συνεργείο σύμφωνα με τα σχέδια, την τεχνική περιγραφή και τους ισχύοντες κανονισμούς, υπό τις οδηγίες του επιβλέποντα μηχανικού. Όλα τα υλικά της εγκατάστασης Φ.Α. θα φέρουν τα απαραίτητα πιστοποιητικά, καθώς και σήμανση CE.

2.2.3 Τεύχος υπολογισμών

Ο προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων και κατ' αντιστοιχία των ονομαστικών διαμέτρων τους σε μια εγκατάσταση σωληνώσεων βασίζεται στην επίτευξη μιας πτώσης πίεσης μικρότερης από κάποιο δεδομένο όριο για καθορισμένη παροχή αερίου στην εγκατάσταση.

Στις εγκαταστάσεις σωληνώσεων με ονομαστική τιμή της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου 20 mbar (για τη 2η οικογένεια αερίων), η μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης, μετά το μετρητή αερίου, είναι $\Delta P_{\text{επιτρ.}} = 1.3$ mbar. Η διαθέσιμη συνολική πτώση πίεσης $\Delta P_{\text{επιτρ.}} = 1.3$ mbar κατανέμεται:

- 0.8 mbar στους κεντρικούς αγωγούς τροφοδοσίας.
- 0.5 mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

Αν πρόκειται για απλό δίκτυο σωληνώσεων (τροφοδοσία μέχρι 4 συσκευές), όπως στην παρούσα μελέτη, ή για δίκτυο με αναλογικά μικρού μήκους κεντρικό κλάδο διανομής, δεν απαιτείται η κατανομή της διαθέσιμης συνολικής πτώσης πίεσης στον κεντρικό κλάδο τροφοδοσίας και στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών και ως μοναδικό κριτήριο παραμένει η μη υπέρβαση των 1.3 mbar.

Στις εγκαταστάσεις σωληνώσεων με ονομαστική τιμή της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου από 20 mbar και πάνω (για τη 2η οικογένεια αερίων), η μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης, μετά το μετρητή αερίου, για το δίκτυο των 1 bar είναι $\Delta P_{\text{επιτρ.}} = 50$ mbar και για το δίκτυο των 25 mbar είναι $\Delta P_{\text{επιτρ.}} = 1.25$ mbar.

Ο προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων γίνεται με την επαναληπτική μέθοδο :

- Εκτιμούμε μια διάμετρο σωλήνα για κάθε τμήμα σωλήνωσης.
- Υπολογίζουμε γι' αυτό την ταχύτητα ροής.
- Για το δεδομένο τμήμα υπολογίζουμε :
 - Την πτώση πίεσης στο σωλήνα (με τη βοήθεια του διαγράμματος Moody).
 - Την πτώση πίεσης στα όργανα και τα στοιχεία μορφής.
 - Την πτώση ή το κέρδος πίεσης λόγω άνωσης.
- Αθροίζουμε τις επιμέρους απώλειες πίεσης και ελέγχουμε εάν τηρούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού, δηλαδή εάν: $\Sigma \Delta P < \Delta P_{\text{επιτρ.}}$. Εάν οι απαιτήσεις τηρούνται, τότε ο υπολογισμός έχει τελειώσει. Σε διαφορετική περίπτωση πρέπει να μεταβληθούν διάμετροι κάποιων τμημάτων και να επαναληφθεί ο υπολογισμός.

Η ταχύτητα του αερίου στους σωλήνες δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 6 m/s. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο έγινε η διαστασιολόγηση του συγκεκριμένου δικτύου.

Η προβλεπόμενη διαδικασία υπολογισμού χρησιμοποιεί τυποποιημένα φύλλα υπολογισμού, τα οποία δίνονται στο Παράρτημα Γ. Στο τυποποιημένο φύλλο 1 (ΤΦ 1) γίνονται οι βασικοί υπολογισμοί, ενώ το τυποποιημένο φύλλο 2 (ΤΦ 2) χρησιμεύει στον υπολογισμό του αθροίσματος των τοπικών αντιστάσεων.

Ο τυποποιημένος υπολογισμός γίνεται με καθορισμένα βήματα, τα οποία αναλύονται παρακάτω:

1. Το δίκτυο των σωληνώσεων διαιρείται σε τμήματα αγωγού (TA), τα οποία διακρίνονται μεταξύ τους με κεφαλαία ή μικρά γράμματα, με αριθμούς ή και συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών(εάν είναι ανάγκη να αντιμετωπισθεί ένα πολύ εκτεταμένο δίκτυο). Σε κάθε τμήμα που καταγράφεται στην στήλη 1 του ΤΦ1 αντιστοιχίζεται μια στήλη του ΤΦ 2.
2. Από τα σχέδια για κάθε τμήμα TA αναγνωρίζονται τα είδη και ο αντίστοιχος αριθμός οργάνων και στοιχείων μορφής σύνδεσης. Οι αριθμοί καταχωρίζονται στο ΤΦ 2 και για κάθε TA υπολογίζεται το άθροισμα των συντελεστών τοπικών απωλειών Σζ. Το άθροισμα αυτό μεταφέρεται στη συνέχεια στην στήλη 12 του ΤΦ 1 στην αντίστοιχη γραμμή του τμήματος TA.
3. Από τα σχέδια για κάθε τμήμα αναγνωρίζεται και καταχωρίζεται στο ΤΦ 1 στην αντίστοιχη γραμμή του TA το συνολικό μήκος του L σε m στην στήλη 7 και η υψομετρική διαφορά ΔH σε m στην στήλη 14 (με θετικό πρόσημο οι ανερχόμενοι αγωγοί).
4. Από τα σχέδια για κάθε TA αναγνωρίζεται και καταχωρίζεται στο ΤΦ 1 στην στήλη 2, για κάθε είδος συσκευής, ο αριθμός των εξυπηρετούμενων από το τμήμα TA συσκευών.
5. Στην αντίστοιχη γραμμή της στήλης 3 του ΤΦ 1 καταχωρίζεται το άθροισμα των τιμών σύνδεσης AW (σε m³/h) για κάθε είδος συσκευής.
6. Στην αντίστοιχη γραμμή της στήλης 3 του ΤΦ 1 καταχωρίζεται ο συντελεστής ταυτοχρονισμού fi για κάθε είδος συσκευής σε εξάρτηση από τον αριθμό των συσκευών (ΤΦ1, στήλη 2), λαμβανόμενος από αντίστοιχο πίνακα.
7. Στην επόμενη στήλη 5 καταχωρίζεται το γινόμενο της στήλης 3 και της στήλης 4.
8. Στην στήλη 6 καταχωρίζεται το άθροισμα των αντίστοιχων τιμών της στήλης 5, δηλαδή για το θεωρούμενο τμήμα TA την εξυπηρετούμενη από αυτό παροχή όγκου αιχμής
9. Για κάθε τμήμα TA προεκτιμούμε μια ονομαστική διάμετρο DN (diameter nominal) συναρτήσει της αντίστοιχης παροχής όγκου αιχμής VA και για ταχύτητα περίπου 3 m/s, με τη βοήθεια των δοθέντων πινάκων και διαγραμμάτων. Η DN καταχωρίζεται στην στήλη 8. Από τους ίδιους πίνακες ή διαγράμματα για την προτιμώμενη DN διαβάζουμε την αντίστοιχη ταχύτητα u (m/s) και την αντίστοιχη ανοιγμένη πτώση πίεσης R (mbar/m), οι οποίες καταχωρούνται στις στήλες 9 και 10 του ΤΦ1, αντίστοιχα.
10. Για κάθε τμήμα υπολογίζουμε TA το γινόμενο $R * L$, δηλαδή υπολογίζουμε τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες (ΔP_R), οι οποίες καταχωρίζονται στην στήλη 11.
11. Για κάθε τμήμα TA προσδιορίζουμε με τη βοήθεια πίνακα ή του αντίστοιχου διαγράμματος τις τοπικές απώλειες πίεσης (ΔP_L), ως συνάρτηση της εκτιμώμενης ταχύτητας u και του προσδιορισθέντος αθροίσματος των συντελεστών τοπικών απωλειών Σζ, τις οποίες καταχωρίζουμε στην στήλη 13.
12. Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε το κέρδος ή την απώλεια πίεσης ΔP_H λόγω της άνωσης, ως συνάρτηση της υψομετρικής διαφοράς ΔH (m), όπου η ΔH λαμβάνει θετικό πρόσημο για ανερχόμενους αγωγούς και

αρνητικό πρόσημο για κατερχόμενους.

13. Για κάθε τμήμα TA υπολογίζουμε τη συνολική πτώση πίεσης αθροίζοντας τις στήλες 11, 13 και 15 και καταχωρίζουμε το άθροισμα αυτό στην στήλη 16.
14. Για κάθε τμήμα TA ελέγχουμε εάν η συνολική πτώση πίεσης είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Εάν για κάποιο τμήμα είναι μεγαλύτερη, τότε πρέπει να αυξήσουμε την ονομαστική διάμετρο DN για να μειωθεί η πτώση πίεσης κάτω από το επιτρεπόμενο όριο.
15. Εφόσον, η πτώση πίεσης για κάθε τμήμα TA είναι μικρότερη από την επιτρεπόμενη, τότε υπολογίζουμε για τους κλάδους διανομής και τους κλάδους σύνδεσης των συσκευών τις συνολικές απώλειες πίεσης.
16. Για κάθε κλάδο ελέγχουμε εάν η συνολική πτώση πίεσης σ' αυτόν είναι μικρότερη από την κατά περίπτωση αντίστοιχη μέγιστη επιτρεπόμενη. Αν για κάποιο κλάδο είναι πολύ μικρότερη ο μελετητής μπορεί να μειώσει τις ονομαστικές διαμέτρους σε κάποιο ή σε όλα τα τμήματα για να πλησιάσει την επιτρεπόμενη καθιστώντας έτσι οικονομικότερη την κατασκευή.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε κάποια μεγέθη του φυσικού αερίου, αλλά και των υλικών που θα χρησιμοποιήσουμε, τα οποία θεωρούμε δεδομένα και θα μας βοηθήσουν κατά την διάρκεια των υπολογισμών :

- Κινηματική συνεκτικότητα φυσικού αερίου : $\nu = 14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Πυκνότητα φυσικού αερίου : $\rho = 0.7936 \text{ Kg/ m}^3$
- Τραχύτητα χαλυβδοσωλήνων: $\kappa = 0.5 \text{ mm}$
- Τραχύτητα πλαστικού σωλήνα PE80: $\kappa = 0.015 \text{ mm}$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης κρουνού : $\zeta = 2,0$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης συστολής: $\zeta = 0,5$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης γωνιάς : $\zeta = 0,7$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης τόξου ταυ 90° : $\zeta = 1,3$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης σύρτη: $\zeta = 0,5$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης τόξου καθαρισμού: $\zeta = 0,9$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης ταυ 90° διαχωρισμός διέλευση: $\zeta = 0,3$
- Συντελεστής τοπικής αντίστασης σταυρού 90° καθαρισμού: $\zeta = 0,5$

Οι απώλειες πίεσης λόγω τριβών, αντιστάσεων και άνωσης υπολογίζονται, αντίστοιχα, από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\Delta P_R = \left(I * \frac{L}{DN} * \frac{r}{2} * U^2 \right) * L \quad (2.1)$$

$$\Delta P_Z = \sum Z * \frac{r * U^2}{2} \quad (2.2)$$

$$\Delta P_H = -0.04 * \Delta H \quad (2.3)$$

Οι συμβολισμοί και οι μονάδες των μεγεθών που θα αναφερθούν στους ακόλουθους υπολογισμούς εμφανίζονται στον πίνακα 2.4

Πίνακας 2.4: Συμβολισμοί και μονάδες διαφόρων μεγεθών

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΑΣΤΑΣΗ
ΤΙΜΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΑΕΡΙΟΥ	AW	m ³ /h
ΤΙΜΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	BW	m ³ /h
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ζ	-
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	Σζ	-
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	d	m
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	DN	mm
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	F	m ²
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΙΟΥ	U	m/s
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	v	m ² /s
ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ	κ	m
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ	λ	-
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	ρ _G	Kg/m ³
ΑΝΩΤΕΡΗ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ Φ.Α.	H _o	Kcal/m ³
ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΡΙΒΩΝ	ΔP _R	mbar
ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΔP _Z	mbar
ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΝΩΣΗΣ	ΔP _H	mbar
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ	ΔP _{ΟΛ}	mbar

2.2.4 Πράξεις - υπολογισμοί

Ο όγκος των υπολογισμών των τμημάτων αγωγών είναι μεγάλος για να περιληφθεί όλος στην παρούσα εργασία, για αυτό τον λόγο παρουσιάζονται ενδεικτικά οι πράξεις για τα τμήματα αγωγών H-1 και I-4 που αφορούν δίκτυο από χαλυβδοσωλήνα και για τα τμήματα αγωγών E-Θ και E-Z που αφορούν δίκτυο από πλαστική σωλήνα PE80. Τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς των τμημάτων αγωγών απεικονίζονται στον πίνακα 2.5

Κλιματιστικό Συγκρότημα

Κάποια τμήματα αγωγών έχουν τις ίδιες διαστάσεις και παροχές όγκου, οπότε οι υπολογισμοί και τα δεδομένα που θα πάρουμε θα είναι τα ίδια. Έτσι έχουμε τα τμήματα αγωγών H-1 και I-4 που είναι ίδια.

Τμήμα Αγωγών H-1 και I-4

Δεδομένα :

Κατανάλωση συσκευής: 5.06 Nm³/h

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 * V_1}{P_2} \Rightarrow V_2 = \frac{1.013bar * 5.06Nm^3 / h}{0.025bar} = 205m^3 / h$$

(2.4)

$$AW_A = 205 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$BW_{H-1} = 205 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$L = 3,40 \text{ m}$$

$$\Sigma \zeta = \zeta_{\tau\alpha\upsilon} + \zeta_{\sigma\upsilon\sigma\tau\omicron\lambda\eta} + \zeta_{\gamma\omega\nu\iota\alpha\varsigma} + \zeta_{\kappa\rho\upsilon\acute{\nu}\omicron\nu} + \zeta_{\sigma\acute{\upsilon}\rho\tau\eta} = 0,5 + 0,4 + 1,4 + 2 + 0,5 = 4,8$$

Καταρχήν, υπολογίζουμε την πτώση πίεσης λόγω τριβών. Για να το πετύχουμε αυτό χρειαζόμαστε την ταχύτητα του αερίου, τη διάμετρο του σωλήνα και το συντελεστή εσωτερικής τριβής.

Επιλέγουμε προσωρινή ταχύτητα ροής του αερίου : $U = 6 \text{ m/s}$

Η τιμή φόρτισης δίνεται από την εξίσωση της συνέχειας:

$$BW_{H-1} = F * U \Rightarrow$$

(2.5)

$$F = \frac{BW_{H-1}}{U} \Rightarrow$$

$$F = \frac{205 \text{ m}^3 / \text{h}}{6 \text{ m/s} * 3600 \text{ s/h}} \Rightarrow$$

$$F = 94.91 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$F = 94.1 \text{ cm}^2$$

Η διατομή του αγωγού ισούται με :

$$F = \frac{\pi * d^2}{4} \Rightarrow$$

(2.6)

$$d = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi}} \Rightarrow$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 94.1 \text{ cm}^2}{3.14}} \Rightarrow$$

$$d = 10.99 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$d = 109.9 \text{ mm}$$

Με τη βοήθεια του πίνακα της εικόνας 2.9 επιλέχθηκε για την εγκατάσταση χαλυβδοσωλήνας μεσαίου τύπου με τυποποιημένη εσωτερική διάμετρο, δηλαδή σωλήνα DN125 με εξωτερική διάμετρος 139,7mm, πάχος s 5,00 mm και εσωτερική διάμετρος 129,7 mm.

ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΕΣ SD TUBE ISB
 ΚΑΤΑ ΕΛΟΤ 269 - ΣΕΙΡΑ ΜΕΣΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ (MEDIUM)
 ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΡΑΦΗΣ
 ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΕΩΣ ΚΑΙ 1 bar)
 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΟΧΕΣ
 ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΣΠΕΙΡΩΜΑ ΚΑΙ ΜΟΥΦΑ

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ			ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ*
		ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ (D)	ΜΕΓΙΣΤΗ (D _{max})	ΕΛΑΧΙΣΤΗ (D _{min})	
DN	in ¹	mm	mm	mm	mm
15	1/2"	21,3	21,8	21,0	2,60
20	3/4"	26,9	27,3	26,5	2,60
25	1"	33,7	34,2	33,3	3,20
32	1 1/4"	42,4	42,9	42,0	3,20
40	1 1/2"	48,3	48,8	47,9	3,20
50	2"	60,3	60,8	59,7	3,60
65	2 1/2"	76,1	76,6	75,3	3,60
80	3"	88,9	89,5	88,0	4,00
100	4"	114,3	115,0	113,1	4,50
125	5"	139,7	140,8	138,5	5,00
150	6"	168,3	169,9	166,6	5,00

* Σύμφωνα με τον κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar (Αριθ. Δ3/Α/11346/15-7-2003).

Εικόνα 2.9:χαλυβδοσωλήνες SD TUBE ISB

Συνεπώς, η ταχύτητα ροής του αερίου θα είναι:

$$U = \frac{BW}{F} \frac{H-1}{1} \Rightarrow \quad (2.7)$$

$$U = \frac{BW}{\frac{\pi * d_2}{4}} \frac{H-1}{1} \Rightarrow$$

$$U = \frac{4 * BW}{\pi * d^2} \frac{H-1}{1} \Rightarrow$$

$$U = \frac{4 * 205 \frac{m^3}{h}}{3.14 * 0.1297^2 m} \Rightarrow$$

$$U = 15524 \frac{m}{h} \Rightarrow$$

$$U = 4.31 \frac{m}{s}$$

Οπότε, ο αριθμός Reynolds θα είναι:

$$Re = \frac{U * d}{\nu} \Rightarrow \quad (2.8)$$

$$Re = \frac{4.31 \text{ m/s} * 0.1297 \text{ m}}{14 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \Rightarrow$$

$$Re = 39929 \Rightarrow$$

$$Re = 39929 > 2320$$

Εφόσον ο $Re > 2320$ έχουμε τυρβώδη ροή και επιλέγουμε υλικό χαλυβδοσωλήνα με τιμή τραχύτητας $\kappa = 0.5 \text{ mm}$.

$$\frac{\kappa}{d} = \frac{0.5 \text{ mm}}{129.7 \text{ mm}} = 0.0038 \quad (2.9)$$

Από το διάγραμμα Moody εκτιμούμε ότι ο συντελεστής τριβής έχει τιμή $\lambda = 0.03$. Για την επαλήθευση της ορθής εκτίμησης της τιμής του λ χρησιμοποιούμε την εξίσωση Prandl-Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{\lambda}} + \frac{\kappa}{3.71 * d} \right) \quad (2.10)$$

Έπειτα αναλύουμε κάθε μέλος της παραπάνω εξίσωσης ξεχωριστά και οι τιμές τους δεν θα πρέπει να έχουν απόκλιση μεγαλύτερη από 5 % :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{1}{\sqrt{0.03}} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 5.77$$

$$-2 \log \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{\lambda}} + \frac{\kappa}{3.71 * d} \right) = -2 \log \left(\frac{2.51}{39929 * \sqrt{0.03}} + \frac{0.5 \text{ mm}}{3.71 * 129.7 \text{ mm}} \right) = 5.71$$

Άρα σωστά εκλέχθηκε $\lambda = 0.03$. Επομένως οι απώλειες λόγω τριβών θα είναι:

$$\Delta P_R = \left(l * \frac{L}{d} * \frac{r}{2} * U^2 \right) * L \Rightarrow$$

$$\Delta P_R = \left(0.03 * \frac{3.40m}{0.1297m} * \frac{0.7936 \text{ kg/m}^3}{2} * 4.31^2 \text{ m/s} \right) * 3.40m \Rightarrow$$

$$\Delta P_R = 19.71Pa \Rightarrow$$

$$\Delta P_R = 0.0197mbar$$

Οι απώλειες λόγω τοπικών αντιστάσεων (ΔP_Z) θα είναι:

$$\Delta P_Z = \Sigma \zeta * \frac{\rho * U^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Delta P_Z = 4.8 * \frac{0.7936 \text{ kg/m}^3 * 4.31^2 \text{ m/s}}{2} \Rightarrow$$

$$\Delta P_Z = 35.38Pa = 0.0354mbar$$

Το τμήμα H-1 είναι οριζόντιο άρα έχει υψομετρική διαφορά 0,0 m οπότε οι απώλειες πίεσης λόγω άνωσης (ΔP_H) θα είναι:

$$\Delta P_H = -0.04 * \Delta H \Rightarrow$$

$$\Delta P_H = -0.04 * 0.0 \Rightarrow$$

$$\Delta P_H = 0.00 mbar$$

Η συνολική πτώση πίεσης για το συγκεκριμένο τμήμα (ΔP_{H-1}) θα είναι:

$$\Delta P_{H-1} = \Delta P_R + \Delta P_Z + \Delta P_H \Rightarrow$$

$$\Delta P_{H-1} = 0.0197mbar + 0.0354mbar + 0.00mbar \Rightarrow$$

$$\Delta P_{H-1} = 0.0551mbar \approx 0.055mbar$$

Τμήματα Αγωγών E-Θ και E-Z

Το τμήμα E-Θ είναι πανομοιότυπο με το τμήμα E-Z επομένως θα ισχύουν τα ίδια.

Τμήμα Αγωγού E-Θ

Το τμήμα E-Θ βρίσκεται στην περιοχή πίεσεως 1bar, είναι διακλάδωση προς το κλιματιστικό συγκρότημα και έχει παροχή όγκου 8.81Nm³/h

Δεδομένα :

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 * V_1}{P_2} \Rightarrow V_2 = \frac{1.013bar * 8.81Nm^3 / h}{1.00bar} = 8.92m^3 / h$$

$$AW_{E-\Theta} = 8,92Nm^3 / h$$

$$BW_{E-\Theta} = 8,92m^3 / h$$

$$L = 0,70 \text{ m}$$

$$\Sigma \zeta = \zeta_{\gamma\omega\nu\iota\alpha\varsigma} + \zeta_{\sigma\acute{\upsilon}\rho\tau\eta} = 0,7 + 0,5 = 1,2$$

Καταρχήν, υπολογίζουμε την πτώση πίεσης λόγω τριβών. Για να το πετύχουμε αυτό χρειαζόμαστε την ταχύτητα του αερίου, τη διάμετρο του σωλήνα και το συντελεστή εσωτερικής τριβής. Επιλέγουμε προσωρινή ταχύτητα ροής του αερίου :

$$U = 6m/s$$

Η τιμή φόρτισης δίνεται από την εξίσωση της συνέχειας:

$$BW_{E-\Theta} = F * U \Rightarrow$$

$$F = \frac{BW_{E-\Theta}}{U} \Rightarrow$$

$$F = \frac{8.92m^3/h}{6m/s * 3600s/h} \Rightarrow$$

$$F = 4.13 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$F = 4.13cm^2$$

$$F = \frac{\pi * d^2}{4} \Rightarrow$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi}} \Rightarrow$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 4.13cm^2}{3.14}} \Rightarrow$$

$$d = 2.29cm \Rightarrow$$

Η διατομή του αγωγού ισούται με :

Με τη βοήθεια του πίνακα της εικόνας 2.10 επιλέχθηκε για την εγκατάσταση πλαστικός σωλήνας PE80 και PE100 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς της εταιρίας KARIGAS με εξωτερική διάμετρος 32mm, πάχος s 3,00 mm και εσωτερική διάμετρος 26 mm. (ο κωδικός SDR 11 είναι PE80)

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ EXTERNAL DIAMETER	SDR 11		SDR 17.6	
	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT
OD (mm)	e _{min} (mm)	kg/m	e _{min} (mm)	kg/m
16	3,00	0,123	2,3	0,101
20	3,00	0,161	2,3	0,131
25	3,00	0,208	2,3	0,168
32	3,00	0,274	2,3	0,219
40	3,70	0,423	2,3	0,278
50	4,60	0,657	2,9	0,431
63	5,80	1,038	3,6	0,675
75	6,80	1,449	4,3	0,960
90	8,20	2,101	5,2	1,389
110	10,00	3,114	6,3	2,051
125	11,40	4,040	7,1	2,627
140	12,70	5,035	8,0	3,292
160	14,60	6,609	9,1	4,298
200	18,20	10,303	11,4	6,708
225	20,50	13,038	12,8	8,455
250	22,70	16,034	14,2	10,440
280	25,40	20,102	15,9	13,057
315	28,60	25,445	17,9	16,530
355	32,30	32,384	20,2	21,049
400	36,40	41,104	22,8	26,720

Εικόνα 2.10: Πλαστικές σωλήνες KARIGAS

Συνεπώς, η ταχύτητα ροής του αερίου θα είναι:

$$U = \frac{BW E - \Theta}{F} \Rightarrow$$

$$U = \frac{BW E - \Theta}{\frac{\pi * d^2}{4}} \Rightarrow$$

$$U = \frac{4 * BW E - \Theta}{\pi * d^2} \Rightarrow$$

$$U = \frac{4 * 8.92 m^3/h}{3.14 * 0.026^2 m} \Rightarrow$$

$$U = 16809 m/h \Rightarrow$$

$$U = 4.67 m/s$$

Οπότε, ο αριθμός Reynolds θα είναι:

$$Re = \frac{U * d}{\nu} \Rightarrow$$

$$Re = \frac{4.67 m/s * 0.026 m}{14 * 10^{-6} m^2/s} \Rightarrow$$

$$Re = 8673 \Rightarrow$$

$$Re = 8673 > 2320$$

Εφόσον ο $Re > 2320$ έχουμε τυρβώδη ροή και έχουμε επιλέξει πλαστικό σωλήνα με τιμή τραχύτητας $\kappa = 0.015 \text{ mm}$.

$$\frac{\kappa}{d} = \frac{0.015 \text{ mm}}{26 \text{ mm}} = 0.00058$$

Από το διάγραμμα Moody εκτιμούμε ότι ο συντελεστής τριβής έχει τιμή $\lambda = 0.033$. Για την επαλήθευση της ορθής εκτίμησης της τιμής του λ χρησιμοποιούμε την εξίσωση Prandl-Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{\lambda}} + \frac{\kappa}{3.71 * d} \right)$$

Έπειτα αναλύουμε κάθε μέλος της παραπάνω εξίσωσης ξεχωριστά και οι τιμές των δεν θα πρέπει να έχουν απόκλιση μεγαλύτερη από 5 % :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{1}{\sqrt{0.033}} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 5.50$$

$$-2 \log \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{\lambda}} + \frac{\kappa}{3.71 * d} \right) = -2 \log \left(\frac{2.51}{8673 * \sqrt{0.033}} + \frac{0.015 \text{ mm}}{3.71 * 26 \text{ mm}} \right) = 5.51$$

Άρα σωστά εκλέχθηκε $\lambda = 0.033$. Επομένως οι απώλειες λόγω τριβών θα είναι:

$$\Delta P_R = \left(1 * \frac{L}{d} * \frac{r}{2} * U^2 \right) * L \Rightarrow$$

$$\Delta P_R = \left(0.033 * \frac{0.70 \text{ m}}{0.026 \text{ m}} * \frac{0.7936 \text{ kg/m}^3}{2} * 4.67^2 \text{ m/s} \right) * 0.70 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Delta P_R = 5.38 \text{ Pa} \Rightarrow$$

$$\Delta P_R = 0.0054 \text{ mbar}$$

Οι απώλειες λόγω τοπικών αντιστάσεων (ΔP_Z) θα είναι:

$$\Delta P_Z = \sum \zeta * \frac{\rho * U^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Delta P_Z = 1.2 * \frac{0.7936 \text{ kg/m}^3 * 4.67^2 \text{ m/s}}{2} \Rightarrow$$

$$\Delta P_Z = 10.38 \text{ Pa} = 0.0104 \text{ mbar}$$

Το τμήμα E-Θ είναι οριζόντιο άρα έχει υψομετρική διαφορά 0,0 m οπότε οι απώλειες πίεσης λόγω άνωσης (ΔP_H) θα είναι:

$$\Delta P_H = -0.04 * \Delta H \Rightarrow$$

$$\Delta P_H = -0.04 * 0.0 \Rightarrow$$

$$\Delta P_H = 0.0 \text{ mbar}$$

Η συνολική πτώση πίεσης για το συγκεκριμένο τμήμα ($\Delta P_{E-\Theta}$) θα είναι:

$$\Delta P_{E-\Theta} = \Delta P_R + \Delta P_Z + \Delta P_H \Rightarrow$$

$$\Delta P_{E-\Theta} = 0.0054 \text{ mbar} + 0.0104 \text{ mbar} + 0.0 \text{ mbar} \Rightarrow$$

$$\Delta P_{E-\Theta} = 0.0158 \approx 0.016 \text{ mbar}$$

Πίνακας 2.5: Αποτελέσματα για όλα τα τμήματα αγωγών Φυσικού Αερίου

Τμήμα αγωγού	Μήκος αγωγού L (m)	Παροχή αιχμής (Nm ³ /h)	Διάμετρος Ονομαστ. αγωγού d (mm)	Ταχύτητα Αερίου U (m/s)	Ολικές απώλειες εξαρτημ. Σζ	Τριβές εξαρτη Σζ _Z (mbar)	Τριβές άνωσης Σζ _H (mbar)	Τριβές Αγωγού Σζ _R (mbar/m)	Ολική τριβή Σζ _{ολ} (mbar)
A-B	90.00	25.09	63	3.40	18.6	0.085	-0.24	22.41	22.25
B-Γ	5.00	7.57	32	3.96	2.9	0.018	0.00	0.210	0.23
B-E	25.2	8.81	50	3.79	4.2	0.023	0.00	2.848	2.87
E-Z	0.70	8.81	32	4.67	1.2	0.0104	0.00	0.0054	0.016
E-Θ	0.70	8.81	32	4.67	1.2	0.0104	0.00	0.0054	0.016
Θ-I	1.50	8.81	168.3	5.04	3.4	0.0343	-0.02	0.0042	0.019
Z-H	4.10	8.81	168.3	5.04	4.1	0.0413	-0.02	0.0312	0.053
H-1	3.40	5.06	139.7	4.31	4.8	0.0354	0.00	0.0197	0.055
H-2	2.50	3.75	114.3	4.85	4.1	0.0233	0.00	0.0177	0.041
I-3	2.50	3.75	114.3	4.85	4.1	0.0233	0.00	0.0177	0.041
I-4	3.40	5.06	139.7	4.31	4.8	0.0354	0.00	0.0197	0.055
Γ - Δ	2.85	7.468	168.3	4.27	2.5	0.0181	0.000	0.0114	0.03
Δ - Δ''	1.40	4.888	139.7	4.17	2.0	0.0138	0.000	0.0032	0.02
Δ''- 1	2.30	1.688	88.9	3.70	4.3	0.0234	0.030	0.0128	0.07
Δ''- 2	1.00	3.200	114.3	4.14	3.9	0.0265	0.030	0.0021	0.06
Δ - 3	1.00	2.580	88.9	5.65	3.9	0.0494	0.030	0.0055	0.08

Η διαστασιολόγηση του δικτύου με πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 20 mbar όπως σε αυτή τη περίπτωση γίνεται με μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης ίση με το 5 % της πίεσης λειτουργίας, το συγκεκριμένο δίκτυο είναι δύο πιέσεων, των 25mbar και των 1bar, συνεπώς η μέγιστες επιτρεπτές πτώσεις πίεσεως για τα δύο δίκτυα θα είναι για το μεν δίκτυο των 25 mbar επί 5% ίσο με 1,25mbar για το δίκτυο των 1bar επί 5% ίσο με 50 mbar.

Τα δίκτυα των 25 mbar είναι της κουζίνας και του κλιματιστικού συγκροτήματος, ξεχωριστά ικανοποιούν την συνθήκη $\Delta P_{TA} = \Delta P_{επιτρ}$.

Η κουζίνα χαρακτηρίζεται από την γραμμή $\Gamma\Delta-\Delta\Delta''-\Delta''1 = 0.03+0.02+0.07$
 $=0,12 < 1,25 \text{ mbar}$

Το κλιματιστικό χαρακτηρίζεται από την γραμμή $Z-H-H1 = 0.053+0.055=$
 $0,108 < 1,25 \text{ mbar}$

Το δίκτυο πίεσης 1 bar επίσης, χαρακτηρίζεται από την γραμμή $AB-BE-EZ=$
 $22,25+2,87+0.016=25,14 < 50 \text{ mbar}$

Οπότε το δίκτυο είναι εντός των ορίων που επιτρέπει ο κανονισμός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το κόστος εγκατάστασης του κλιματιστικού συγκροτήματος και του δικτύου φυσικού αερίου αποτελείται από το κόστος των συσκευών – εξαρτημάτων και από το κόστος εγκατάστασης αυτών.

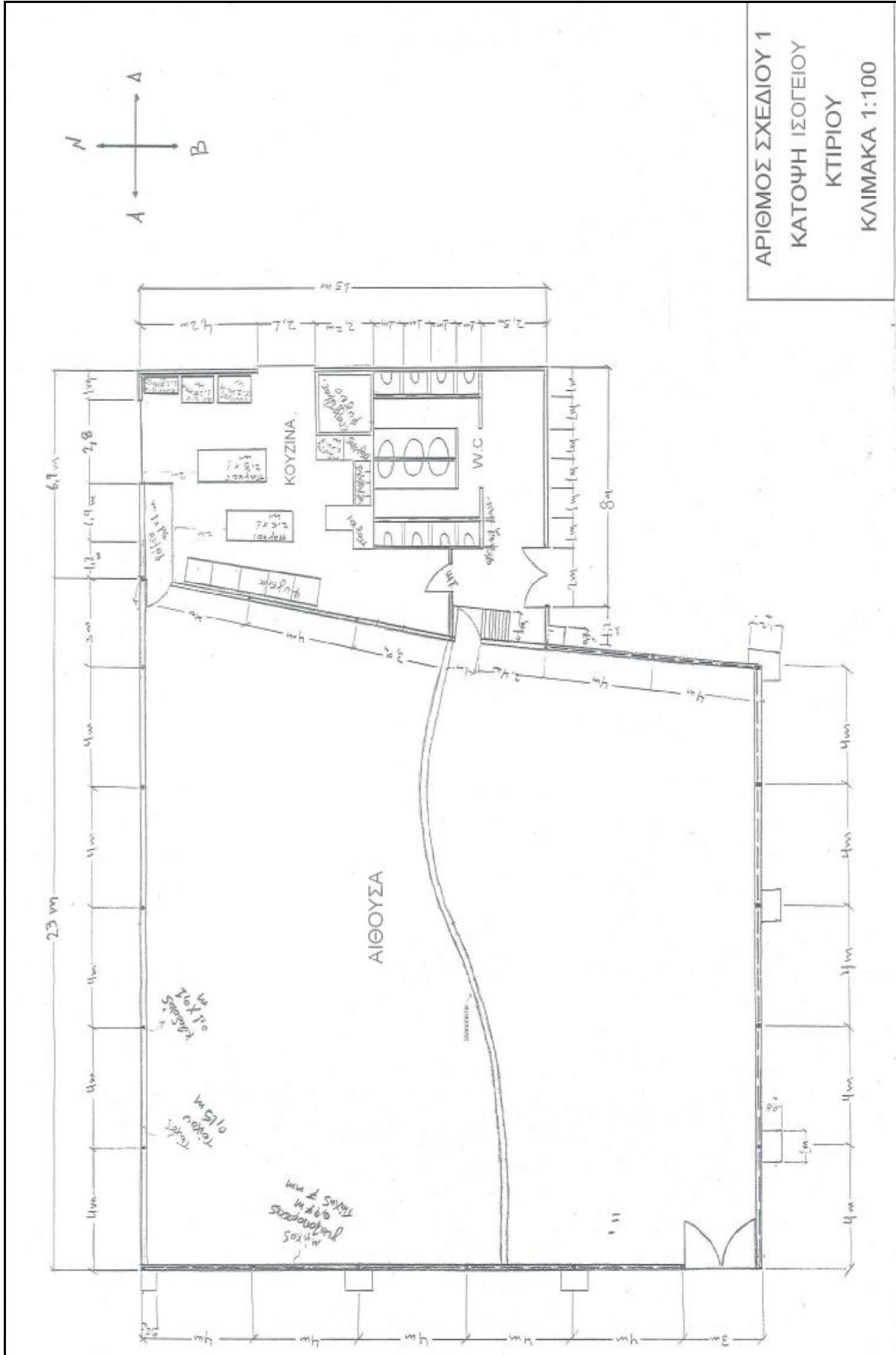
Κόστος εξαρτημάτων.

- Κλιματιστική μονάδα MD των 36000 m³/h με τιμή 11500 €
- Τέσσερις εξωτερικές ψυκτικές μονάδες ghr, συνολικού κόστους 9600 €
- Κλιματιστική μονάδα MD κατηγορίας 10 με τιμή 11500 €
- Εξωτερική ψυκτική μονάδα ghr με τιμή 2400 € έκαστη, συνολικό κόστος 9600€
- Αεραγωγοί προσαγωγής και αφαίρεσης αέρα και εξαρτήματα συνδέσεως, στόμια κτλ. συνολική κόστος 14000 €
- Σωληνώσεις, boiler, αυτοματισμοί λειτουργίας-ασφάλειας και λοιπός μηχανολογικός εξοπλισμός 2500 €
- Συσκευές κουζίνας φυσικού αερίου συνολικής αξίας 4900 €
- Δίκτυο φυσικού αερίου 4200 €
- Κόστος εξαρτημάτων φυσικού αερίου, ρυθμιστές πίεσης κτλ συνολικό κόστος 2950 €
- Συνολικό κόστος συσκευών-εξαρτημάτων 49650 €

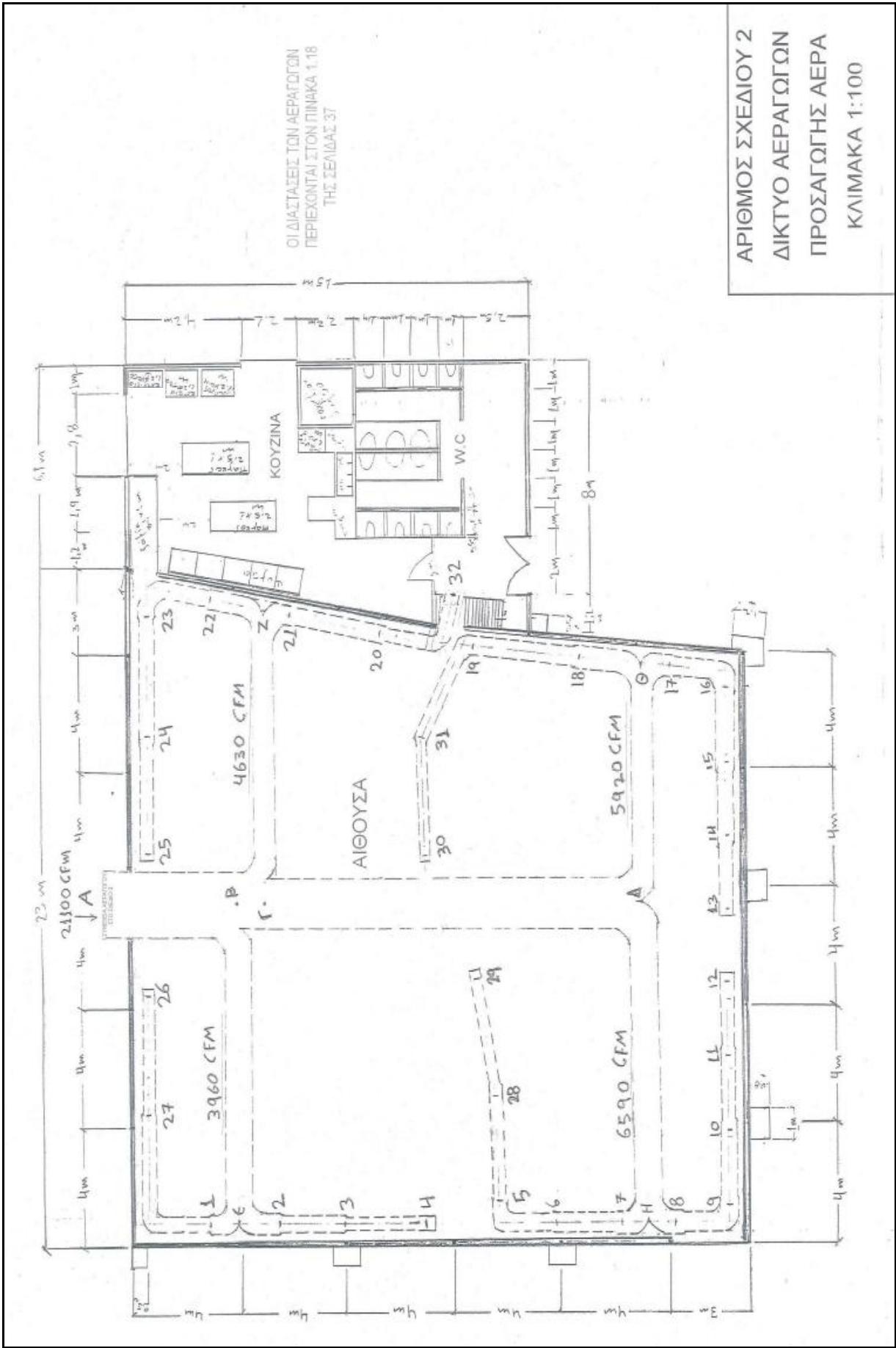
Κόστος Εγκατάστασης

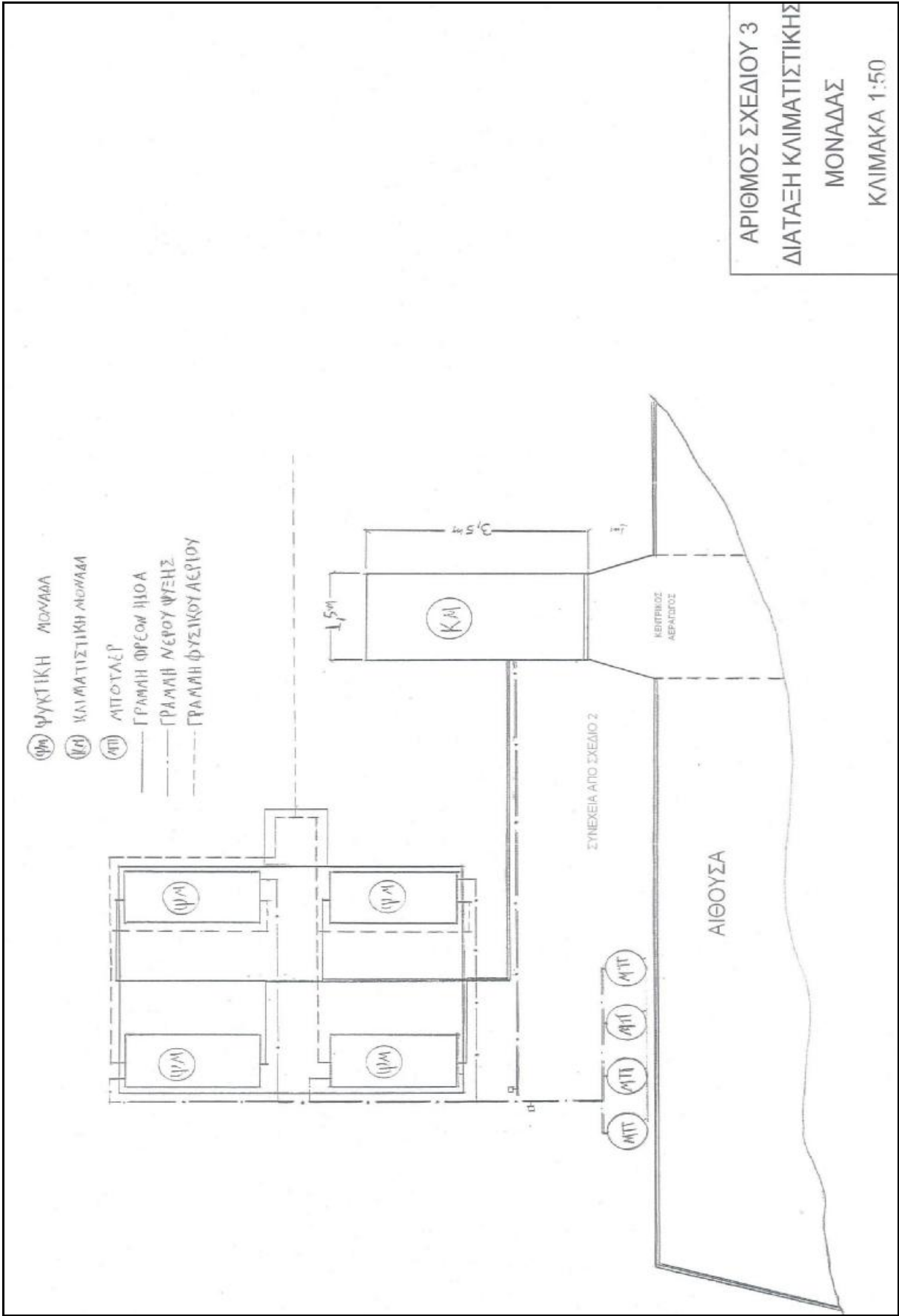
Το κόστος εγκατάστασης αποτελείται από έξοδα μελέτης, εγκατάστασης και συναρμολόγησης των διαφορετικών συσκευών, χωματουργικές εργασίες, ημερομίσθια, μεταφορικά κτλ. Όλα μαζί εκτιμώνται γύρω στις 5500 €. Οπότε το συνολικό κόστος της εγκατάστασης εκτιμάται περί τις 55150 € έως 56000 €

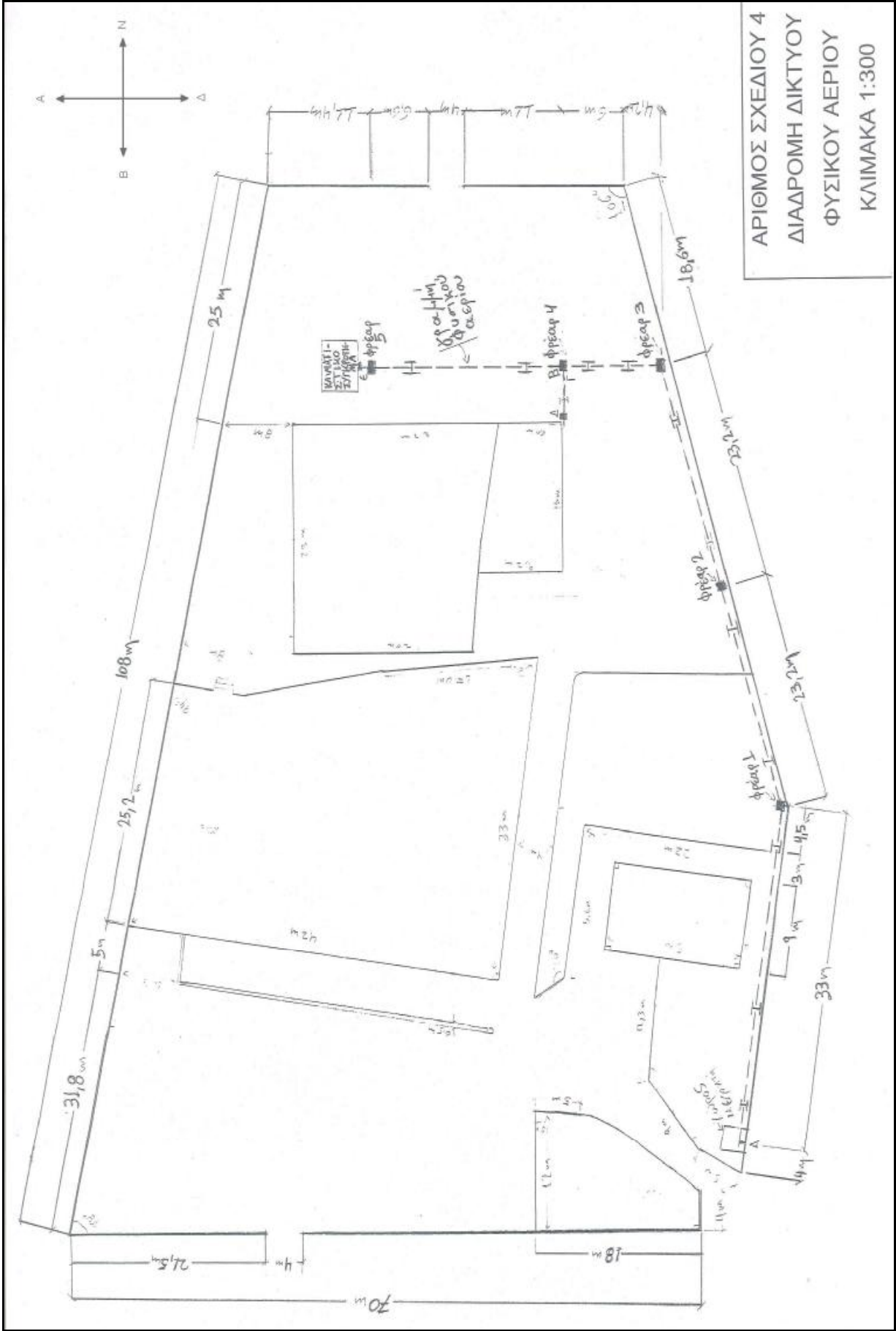
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΣΧΕΔΙΑ



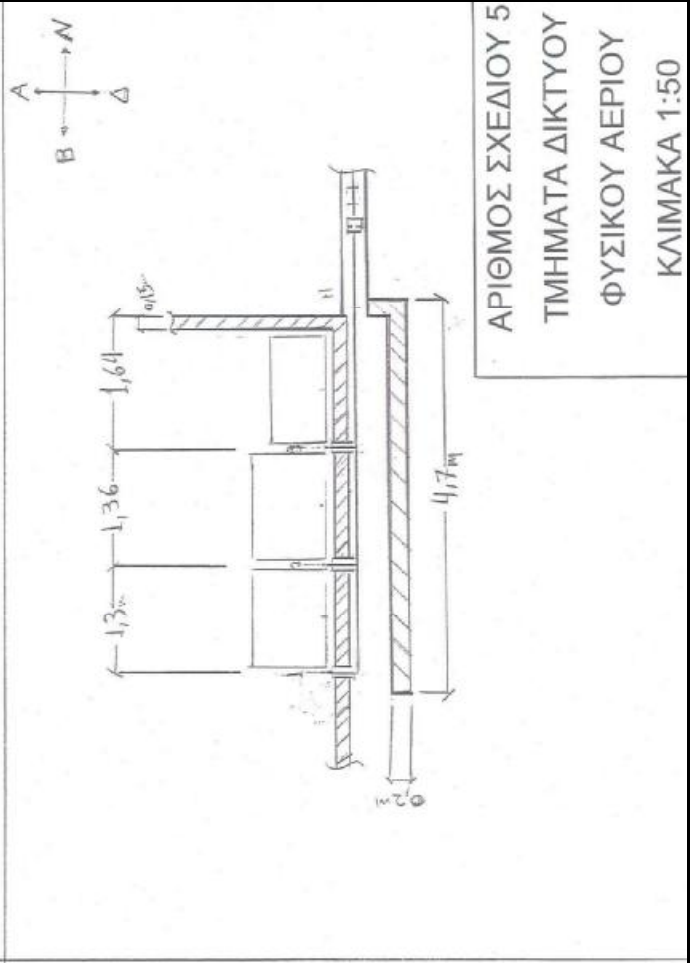
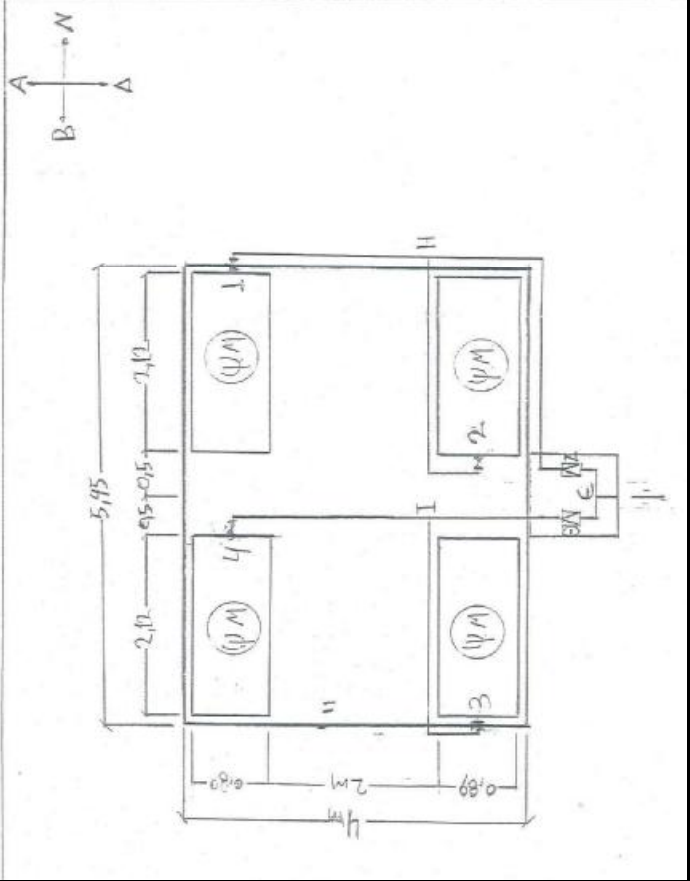
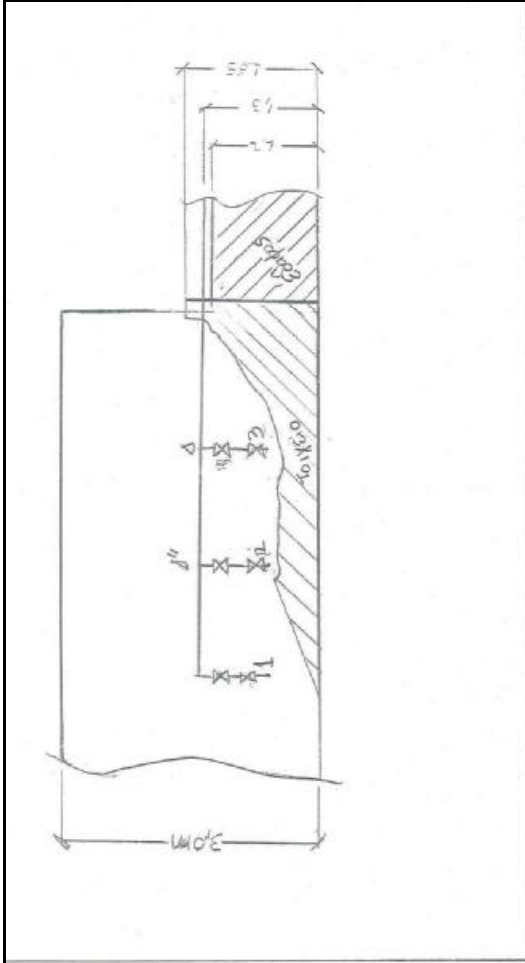
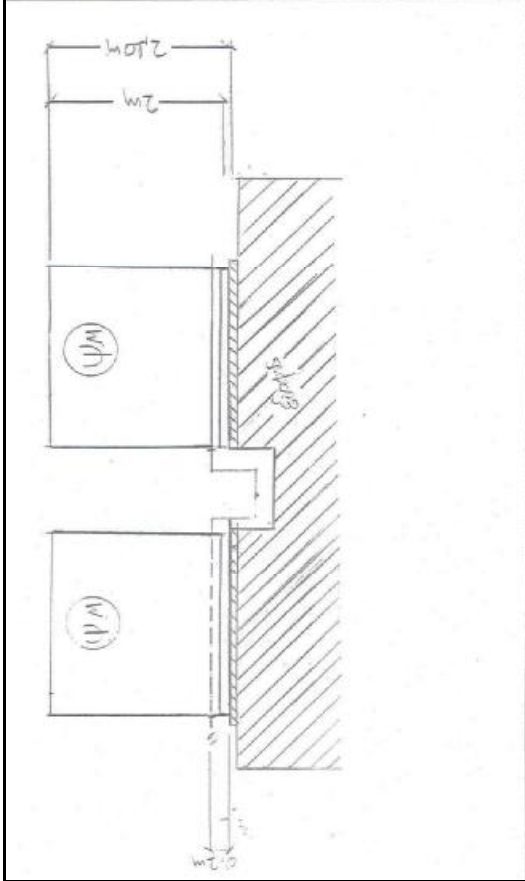
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ 1
 ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
 ΚΤΙΡΙΟΥ
 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100





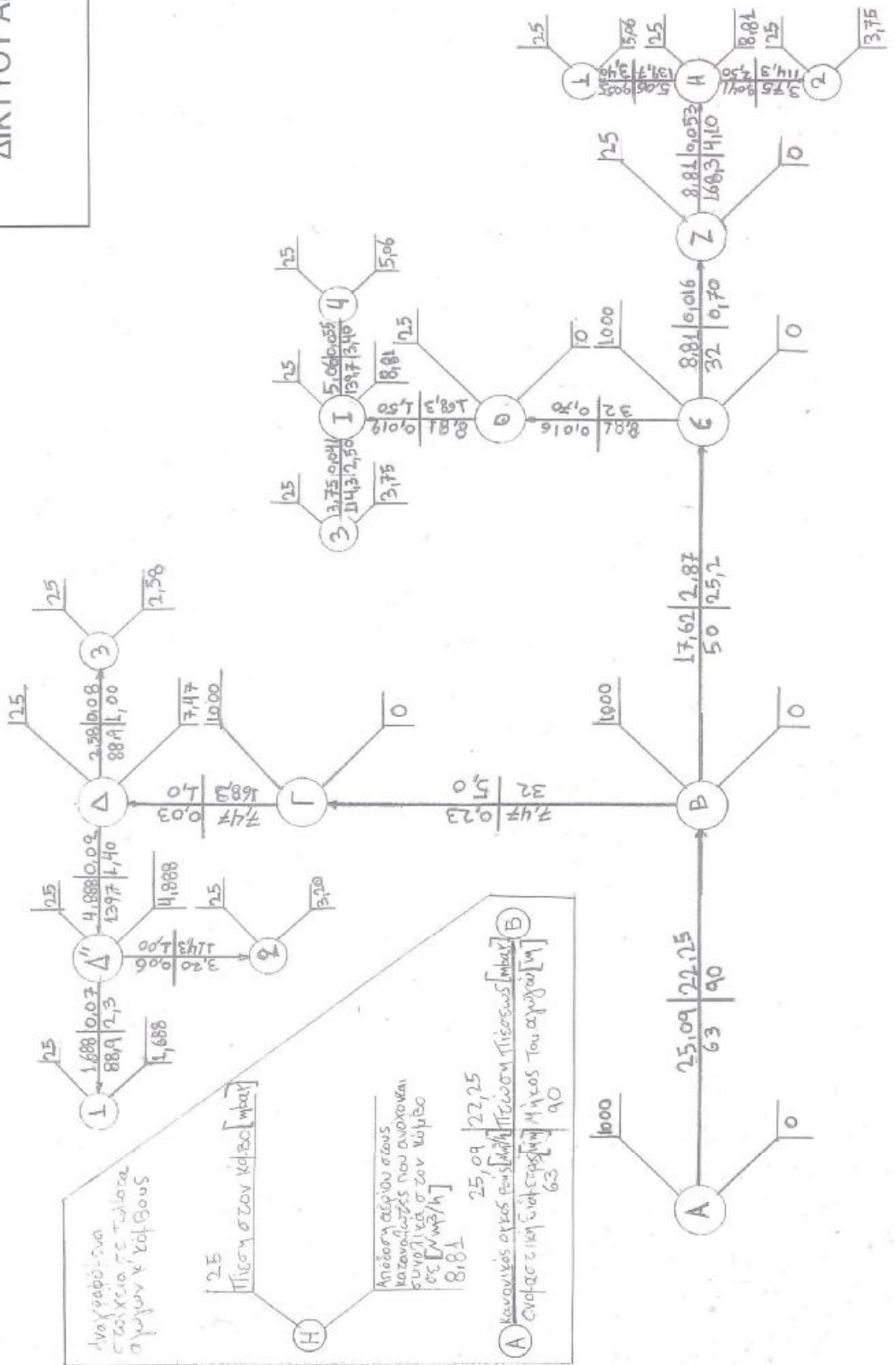


ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ 4
 ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΔΙΚΤΥΟΥ
 ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ
 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:300



ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ 5
 ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΟΥ
 ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ
 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ 6
 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ
 ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Αναγράφονται
 σε κάθε κόμβο, οι τιμές
 αγωγών & κόμβους

2,5
 Πίεση στον κόμβο [μπάρ]

Απόδοση αερίου στους
 καταναλωτές που αναχωρεί
 στην [μ³/ώρα] και στον κόμβο
 σε [μ³/ώρα]

25,09 | 22,25
 8,81
 Κανονικός αέρας που δίνεται
 στο αγωγό τμήμα του αγωγού [μ³]

Α Κανονικός αέρας που δίνεται
 στο αγωγό τμήμα του αγωγού [μ³]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΗΡΑΕ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (CLTD) ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΟΡΟΦΕΣ 1, F																											
ΟΡΟΦΗ No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΤΙΜΕΣ -U BTU/(H* FT^2*F)	ΗΛΙΑΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ , ΩΡΕΣ																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	λαμαρίνα με 1 in (ή 2 in) μόνωση, βάρος 7 LB/ FT^2 (ή 2 in) μόνωση, βάρος 8 LB/ FT^2	0,213 0,124	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3	
2	1 in ξύλο με 1 in μόνωση , βάρος 8 LB/ FT^2	0,17	6	3	0	-1	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14		9	
3	4 in ε.κ τσιμέντο , βάρος 18 LB/ FT^2	0,213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18		13
4	2 in μ.κ τσιμέντο με 1 in μόνωση , βάρος 29 LB/ FT^2 (ή 2 in) μόνωση	0,206 0,122	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22		17
5	1 in ξύλο με 2 in μόνωση , βάρος 19 LB/ FT^2	0,109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	19	11		17
6	6 in ε.κ. τσιμέντο , βάρος 24 LB/ FT^2	0,158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35		28
7	2.5 in ξύλο με 1 in μόνωση, βάρος 13 LB/ FT^2	0,13	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39		34
8	8 in ε.κ. τσιμέντο, βάρος 31 LB/ FT^2	0,126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45		40
9	4 in μ.κ. τσιμέντο με 1 in μόνωση, βάρος 52 LB/ FT^2 (ή 2 in) μόνωση, βάρος 52 LB/ FT^2	0,2 0,12	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34		30
10	2.5 ξύλο με 2 in μόνωση , βάρος 13 LB/ FT^2	0,093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39		35
11	ROOF TERRACE SYSTEM ,βάρος 75 LB/ FT^2	0,106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40		37
12	6 in μ.κ. τσιμέντο με 1 IN μόνωση, βάρος 75 LB/ FT^2 (ή 2 in) μόνωση	0,192 0,117	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37		34
13	4 in ξύλο με 1 in μόνωση, βάρος 17 LB/ FT^2 (ή 2 in) μόνωση, βάρος 18 LB/ FT^2	0,106 0,078	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	38	41	43	43	42		40

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (CLTD) ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΦΟΡΤΙΩΝ ΓΙΑ ΗΛΙΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ, F																												
Ηλιακός Χρόνος σε ώρες																								Ωρα Μέγιστου CLTD				
																								Ελάχιστο	Μέγιστο	Διαφορά		
																								CLTD	CLTD	CLTD		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Ομάδα Τοίχων Α																												
B	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
BA	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	20	22	15	20	5
A	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
NA	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	26	6	
N	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
ND	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	24	17	25	8
Δ	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9	
ΒΔ	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7	
Ομάδα Τοίχων Β																												
B	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7
BA	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9
A	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
NA	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	25	24	21	14	26	12	
N	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	23	11	22	11
ND	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15
Δ	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16
ΒΔ	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	12
Ομάδα Τοίχων C																												
B	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10
BA	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	20	21	20	20	20	10	23	13
A	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18
NA	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17
N	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	24	26	25	25	24	22	20	9	26	17
ND	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	21	11	33	22
Δ	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	33	22	12	35	23
ΒΔ	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	10	27	17
Ομάδα Τοίχων D																												
B	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	19	18	16	21	6	19	13
BA	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	17	25	18
A	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	20	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	8	33	25
NA	20	17	15	15	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	32	28	26	24	22	17	8	32	24
N	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23
ND	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	30
Δ	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32
ΒΔ	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25
Ομάδα Τοίχων E																												
B	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19
BA	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	15	16	11	26	22
A	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	5	38	33
NA	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	28	23	20	17	15	5	37	32
N	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31
ND	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40
Δ	25	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43
ΒΔ	20	17	14	11	9	7	6	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	24	20	5	38	33
Ομάδα Τοίχων F																												
B	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23
BA	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29
A	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43
NA	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	32	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41
N	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38
ND	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51
Δ	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57
ΒΔ	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	41
Ομάδα Τοίχων G																												
B	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27
BA	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40
A	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	53	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56
NA	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52
N	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47
ND	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63
Δ	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	35	11	8	17	1	72	71
ΒΔ	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΜΑΔΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΙΧΩΝ				
Κωδικός ομάδας	Κύριο στοιχείο -Πρόσθετα στοιχεία	Μάζα (lb/ft²)	Συντελεστής k (Btu/h.ft².F)	Θερμοχωρητικότητα BTU/(ft² .F)
Τούβλο όψεως 4"				
C	Κενό αέρα και τούβλο όψεως 4"	83	0,358	18,3
D	Τούβλο όψεως 4"-κοινό τούβλο 4"	90	0,415	18,4
C	1" μόνωση ή κενό και 4" κοινό τούβλο	90	0,174-0,301	18,4
B	2" μόνωση και 4" κοινό τούβλο	88	0,111	18,5
B	8" κοινό τούβλο	130	0,302	26,4
A	μόνωση ή κενό και 8" κοινό τούβλο	130	0,154-0,243	26,4
Τούβλο όψεως 4"				
C	Κενό αέρα και συμπαγές (π.χ μπετόν) 2"	94	0,350	19,7
B	2" μόνωση και 4" συμπαγές (π.χ μπετόν)	97	0,116	19,8
A	Κενό αέρα ή μόνωση και συμπαγές (π.χ μπετόν) 8" ή παραπάνω	143-190	0,110-0,112	29,1-38,4
Τούβλο όψεως 4"				
E	4" Block	62	0,319	12,9
D	Κενό αέρα ή μόνωση και 4" Block	62	0,153-0,246	12,9
D	8" Block	70	0,274	15,1
C	Κενό αέρα ή 1" μόνωση και 6" έως 8" Block	73-89	0,221-0,274	15,5-18,5
B	2" μόνωση και 8" Block	89	0,096-0,107	15,5-18,5
Τούβλο όψεως 4" και κεραμικό τούβλο				
D	4" τούβλο	71	0,381	15,1
D	Κενό αέρα και 4" τούβλο	71	0,281	15,1
C	μόνωση και 4" τούβλο	71	0,169	15,1
C	8" κεραμικό τούβλο	96	0,275	19,7
B	Κενό αέρα ή 1" μόνωση και 8" τούβλο	96	0,142-0,221	19,7
A	2" μόνωση και 8" τούβλο	97	0,097	19,8
Βαρέως τύπου τσιμεντένιος τοίχος και φινιρίσμα				
E	4" συμπαγές μπετόν	63	0,585	12,5
D	4" συμπαγές μπετόν και 1" ή 2" μόνωση	63	0,119-0,200	12,5
C	2" μόνωση και 4" συμπαγές μπετόν	63	0,119	12,7
C	8" συμπαγές μπετόν	109	0,490	21,9
B	8" συμπαγές μπετόν και 1" ή 2" μόνωση	110	0,115-0,187	22,0
A	2" μόνωση και 8" συμπαγές μπετόν	110	0,115	21,9
E	12" συμπαγές μπετόν	156	0,421	31,2
A	12" συμπαγές μπετόν και μόνωση	156	0,113	31,3
Ελαφρού και βαρέως τύπου συμπαγές Block και φινιρίσμα				
F	4" Block και κενό αέρα/μόνωση	29-36	0,161-0,263	5,7-7,2
E	2" μόνωση και 4" Block	29-37	0,105-0,114	5,8-7,3
E	8" Block	41-57	0,294-0,402	6,3-11,3
D	8" Block και κενό αέρα-μόνωση	41-57	0,149-0,173	8,3-11,3
Κεραμικό τούβλο και φινιρίσμα				
F	4" τούβλο	39	0,419	7,8
F	4" τούβλο και κενό αέρα	39	0,303	7,8
E	4" τούβλο και 1" μόνωση	39	0,175	7,9
D	2" μόνωση και 4" τούβλο	40	0,110	7,9
D	8" τούβλο	63	0,296	12,5
C	8" τούβλο και κενό αέρα/ 1" μόνωση	63	0,151-0,231	12,6
B	2" μόνωση και 8" τούβλο	63	0,099	12,6
Απλός μεταλλικός τοίχος				
G	με ή χωρίς διάκενο και 1 in / 2 in/3 in μόνωση	5-6	0,091-0,230	0,7
Τοίχος με πλαίσιο				
G	1 in έως 3 in μόνωση	16	0,081-0,178	3,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΔΙΟΡΘΩΣΗ CLTD ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΟΡΟΦΕΣ, ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΑ ΠΛΑΤΗ											
ΠΛΑΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA			
		B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	OPIZ
32	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	ΙΑΝ./ΝΟΕΜΒ.	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	ΦΕΒ./ΟΚΤ.	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	ΜΑΡΤ./ΣΕΠΤΕΜ.	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	ΑΠΡΙΛ./ΑΥΓΟΥΣΤ.	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	ΜΑΙΟΣ/ΙΟΥΛΙΟΣ	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	ΙΟΥΝΙΟΣ	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	ΙΑΝ./ΝΟΕΜΒ.	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	ΦΕΒ./ΟΚΤ.	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	ΜΑΡΤ./ΣΕΠΤΕΜ.	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	ΑΠΡΙΛ./ΑΥΓΟΥΣΤ.	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	ΜΑΙΟΣ/ΙΟΥΛΙΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	ΙΟΥΝΙΟΣ	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ.												
Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 6
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΟΛΗ Η' ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΕΣΗ	ΜΕΣΗ	DB 1%	DB 1%	DB 2,5%	DB 2,5%
	ΗΜ/ΣΙΑ	ΗΜ/ΣΙΑ	ΘΕΡ/ΣΙΑ	ΘΕΡ/ΣΙΑ	ΘΕΡ/ΣΙΑ	ΘΕΡ/ΣΙΑ
	ΔΙΑΚ. (DR)	ΔΙΑΚ. (DR)	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
	°C	F	°C	F	°C	F
ΑΓΡΙΝΙΟ	16	28,8	35,5	95,9	34,5	94,1
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	13		34,0		32,5	90,5
ΑΘΗΝΑ(ΑΣΤΕΡ/ΕΙΟ)	10	18,0	36,0	96,8	34,0	93,2
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)		0,0	34,5	94,1	33,0	91,4
ΑΘΗΝΑ(Ν.ΦΙΛ/ΦΕΙΑ)	12	21,6	36,5	97,7	35,0	95,0
ΑΘΗΝΑ(ΤΑΤΟΙ)	12	21,6	35,5	95,9	34,0	93,2
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	12	21,6	33,5	92,3	32,0	89,6
ΑΡΑΕΟΣ	12	21,6	34,5	94,1	33,5	92,3
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	11	19,8	31,5	88,7	30,0	86,0
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	10	18,0	36,0	96,8	34,5	94,1
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	8	14,4	33,0	91,4	31,5	88,7
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	7	12,6	32,5	90,5	31,0	87,8
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ(ΠΑΝ/ΜΙΟ)	11	19,8	35,0	95,0	34,0	93,2
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ(ΜΙΚΡΑ)	14	25,2	34,5	94,1	33,0	91,4
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	8	14,4	35,0	95,0	33,5	92,3
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	17	30,6	34,5	94,1	33,0	91,4
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	14	25,2	34,5	94,1	32,5	90,5
ΚΕΡΚΥΡΑ	14	25,2	33,5	92,3	32,5	90,5
ΚΟΖΑΝΗ	16	28,8	33,5	92,3	32,0	89,6
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	13	23,4	33,5	92,3	32,5	90,5
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	10	18,0	33,5	92,3	32,0	89,6
ΛΑΜΙΑ	11	19,8	36,0	96,8	34,0	93,2
ΛΑΡΙΣΑ	16	28,8	37,0	98,6	35,0	95,0
ΛΗΜΝΟΣ	8	14,4	31,0	87,8	30,0	86,0
ΜΥΤΙΛΗΝΗ	9	16,2	33,0	91,4	31,5	88,7

ΝΑΞΟΣ	6	10,8	29,5	85,1	28,5	83,3
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	7	12,6	33,5	92,3	32,0	89,6
ΡΟΔΟΣ	11	19,8	34,0	93,2	33,0	91,4
ΣΑΜΟΣ	7	12,6	33,0	91,4	31,5	88,7
ΣΕΡΡΕΣ	14	25,2	34,5	94,1	33,0	91,4
ΣΚΥΡΟΣ	6	10,8	30,5	86,9	29,5	85,1
ΣΟΥΔΑ	9	16,2	35,0	95,0	33,0	91,4
ΤΑΝΑΓΡΑ	14	25,2	36,0	96,8	34,5	94,1
ΤΡΙΠΟΛΗ	16	28,8	34,0	93,2	32,5	90,5
ΦΛΩΡΙΝΑ	14	25,2	33,0	91,4	31,5	88,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 7
ΜΕΓΙΣΤΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ
ΓΥΑΛΙ, ΒΤΥ/HR-FT² ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΑ ΠΛΑΤΗ

40 ΜΟΙΡΕΣ										
	ΒΒΑ	ΒΑ	ΑΒΑ	Α	ΑΝΑ	ΝΑ	ΝΝΑ			
	Β	ΒΒΔ	ΒΔ	ΔΒΔ	Δ	ΔΝΔ	ΝΔ	ΝΝΔ	Ν	ΟΡΙΖ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
ΜΑΙΟΣ	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

ΠΙΝΑΚΑΣ 8
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΚΙΑΣΕΩΣ SC ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΒΕΝΕΤΙΚΑ ΣΤΟΡΙΑ Η ΡΟΛΛΑ ΣΚΙΑΣΗΣ

Τύπος γυαλιού	Όνομαστικό Πάχος σε in	Ηλιακή Μεταβίβαση	Χωρίς Εσωτερική Σκίαση $\tau_{0}=4,0$	Τύπος Εσωτερικής Σκίασης					
				Βενετικά Στόρια	Ρολλά Σκίασης				
					Μέτρια	Ανοιχτά	Σκούρα	Ανοιχτά	Ανοιχτά
ΜΟΝΟ ΤΖΑΜΙ	Μονό Καθαρό	3/32 to 1/4	0,87-0,80	1,00					
	Καθαρό	1/4 to 1/2	0,80-0,71	0,94					
	Καθαρό	3/8	0,72	0,90					
	Καθαρό	1/2	0,67	0,87	0,64	0,55	0,59	0,25	0,39
	Καθαρό Πρότυπο	1/8 to 9/32	0,87-0,79	0,83					
	Πρότυπα απορροφητικά θερμότητας	1/8		0,83					
	Απορροφητικά θερμότητας	3/16 to 1/4	0,46	0,69					
	Πρότυπα απορροφητικά θερμότητας	3/16 to 1/4		0,69	0,57	0,53	0,44	0,3	0,36
	Βαμμένα ελαφρός	1/8 to 7/32	0,59-0,45	0,69					
	Απορροφητικά θερμότητας ή πρότυπα		0,44-0,30	0,60	0,54	0,52	0,4	0,28	0,32
	Απορροφητικά θερμότητας πρότυπα	3/8	0,34	0,60					
	Απορροφητικά θερμότητας πρότυπα	ή	0,44-0,30						
	Τζάμια αντανακλαστικά βαμμένα	1/2	0,24	0,53	0,42	0,4	0,36	0,28	0,32
				0,30	0,25	0,23			
				0,40	0,33	0,29			
			0,50	0,42	0,38				
			0,60	0,5	0,44				
ΔΙΠΛΟ ΤΖΑΜΙ	Διπλό Καθαρό έξω	3/32, 1/8	0,71 ^R	0,88	0,57	0,51	0,6	0,25	0,37
	Καθαρό μέσα								
	Καθαρό έξω	1/4	0,61 ^R	0,81					
	Καθαρό μέσα								
	Τζάμι απορροφητικό απέξω		0,36 ^R	0,55					
	Καθαρό μέσα			0,20	0,39	0,36	0,4	0,22	0,3
	Τζάμια αντανακλαστικά βαμμένα			0,30	0,19	0,18			
			0,40	0,27	0,26				
				0,34	0,33				
Τριπλό	Καθαρό	1/4		0,71					
	Καθαρό	1/8		0,80					

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ (CLF) Για τζάμια χωρίς εσωτερ. σκίαση (βόρειο πλάτος)																									
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	Είδος Κατασκευής	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	L	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,33	0,42	0,48	0,56	0,63	0,71	0,76	0,80	0,82	0,82	0,79	0,80	0,84	0,61	0,48	0,38	0,31	0,25	0,20
	M	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,34	0,41	0,46	0,52	0,59	0,65	0,70	0,73	0,75	0,76	0,74	0,75	0,79	0,61	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27
	H	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,38	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69	0,72	0,73	0,72	0,70	0,70	0,74	0,57	0,46	0,39	0,34	0,31	0,28
BA	L	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,23	0,41	0,51	0,51	0,45	0,39	0,36	0,33	0,31	0,28	0,26	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
	M	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,21	0,36	0,44	0,45	0,40	0,36	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08
	H	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,23	0,37	0,44	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
A	L	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,19	0,37	0,51	0,57	0,57	0,51	0,42	0,36	0,32	0,29	0,25	0,22	0,19	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05
	M	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,18	0,33	0,44	0,50	0,51	0,45	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08
	H	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,21	0,34	0,45	0,50	0,49	0,43	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
NA	L	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,13	0,28	0,43	0,55	0,62	0,63	0,57	0,48	0,42	0,37	0,33	0,28	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
	M	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,14	0,26	0,38	0,48	0,57	0,55	0,51	0,45	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10
	H	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,17	0,28	0,40	0,49	0,53	0,53	0,48	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
N	L	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,14	0,22	0,34	0,48	0,59	0,65	0,65	0,59	0,50	0,43	0,36	0,28	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10
	M	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,08	0,11	0,14	0,21	0,31	0,42	0,52	0,57	0,58	0,53	0,47	0,41	0,36	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14
	H	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,12	0,14	0,17	0,24	0,33	0,43	0,51	0,56	0,55	0,50	0,43	0,38	0,32	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
NΔ	L	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,24	0,36	0,49	0,60	0,66	0,66	0,58	0,43	0,33	0,27	0,22	0,18	0,14
	M	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,23	0,33	0,44	0,53	0,58	0,59	0,53	0,41	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18
	H	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,25	0,34	0,44	0,52	0,56	0,56	0,49	0,33	0,30	0,25	0,21	0,19	0,17
Δ	L	0,12	0,10	0,08	0,07	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,20	0,32	0,45	0,57	0,64	0,61	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14
	M	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,19	0,29	0,40	0,50	0,56	0,55	0,41	0,33	0,27	0,23	0,20	0,17
	H	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,21	0,30	0,40	0,49	0,54	0,52	0,38	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16
BΔ	L	0,11	0,09	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,23	0,33	0,47	0,59	0,60	0,43	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14
	M	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,30	0,42	0,51	0,53	0,39	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16
	H	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19	0,19	0,22	0,30	0,41	0,50	0,51	0,36	0,29	0,23	0,20	0,17	0,15
OPIZ	L	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,07	0,14	0,24	0,36	0,48	0,58	0,66	0,72	0,74	0,73	0,67	0,59	0,47	0,37	0,30	0,24	0,19	0,16	0,13
	M	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,11	0,16	0,24	0,33	0,43	0,52	0,59	0,64	0,67	0,66	0,62	0,55	0,47	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,18
	H	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,15	0,20	0,27	0,36	0,45	0,52	0,59	0,62	0,64	0,62	0,58	0,51	0,42	0,35	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ (CLF) Για τζάμια με εσωτερ. σκίαση (βόρειο πλάτος)																										
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	Είδος Κατασκευής	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
B	L	0,07	0,05	0,04	0,04	0,05	0,70	0,65	0,65	0,74	0,81	0,87	0,91	0,91	0,88	0,84	0,87	0,80	0,92	0,27	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	
	M	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,73	0,66	0,65	0,73	0,80	0,86	0,89	0,89	0,86	0,82	0,85	0,78	0,91	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09	
	H	0,09	0,09	0,08	0,07	0,09	0,75	0,67	0,66	0,74	0,80	0,86	0,89	0,88	0,85	0,80	0,73	0,76	0,88	0,23	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10	
BA	L	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,55	0,76	0,75	0,60	0,39	0,31	0,28	0,27	0,25	0,23	0,20	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	
	M	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,56	0,76	0,74	0,58	0,37	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	
	H	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,57	0,77	0,74	0,58	0,36	0,28	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,16	0,11	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	
A	L	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,45	0,71	0,80	0,77	0,64	0,43	0,29	0,25	0,23	0,20	0,17	0,14	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	
	M	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,47	0,72	0,80	0,76	0,62	0,41	0,27	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14	0,11	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	
	H	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,48	0,72	0,80	0,75	0,61	0,40	0,25	0,22	0,21	0,19	0,16	0,14	0,10	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	
NA	L	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,29	0,56	0,74	0,82	0,81	0,70	0,52	0,35	0,30	0,26	0,22	0,18	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	
	M	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,30	0,56	0,74	0,81	0,79	0,68	0,46	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18	0,13	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	
	H	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,31	0,57	0,74	0,81	0,79	0,67	0,48	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,13	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	
N	L	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,08	0,15	0,22	0,37	0,58	0,75	0,84	0,82	0,71	0,53	0,37	0,29	0,20	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	
	M	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,09	0,16	0,22	0,38	0,58	0,75	0,83	0,80	0,68	0,50	0,35	0,27	0,19	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	
	H	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,11	0,17	0,24	0,39	0,59	0,75	0,82	0,79	0,67	0,49	0,33	0,26	0,18	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	
NΔ	L	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,38	0,59	0,76	0,84	0,83	0,72	0,48	0,18	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	
	M	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,38	0,59	0,75	0,83	0,81	0,69	0,45	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	
	H	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,08	0,12	0,15	0,18	0,20	0,23	0,39	0,59	0,75	0,82	0,80	0,68	0,43	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	
Δ	L	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05	0,08	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,30	0,53	0,72	0,83	0,83	0,63	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07	0,06	
	M	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,31	0,53	0,72	0,82	0,81	0,61	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	
	H	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,18	0,31	0,54	0,71	0,81	0,80	0,59	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,06	
BΔ	L	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06	0,10	0,13	0,16	0,19	0,20	0,21	0,22	0,30	0,52	0,73	0,83	0,71	0,19	0,13	0,10	0,08	0,07	0,05	
	M	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,30	0,52	0,73	0,82	0,69	0,16	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	
	H	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,12	0,15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,30	0,52	0,73	0,81	0,67	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	
ΟΡΙΖ	L	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,10	0,26	0,43	0,59	0,72	0,83	0,87	0,87	0,83	0,74	0,60	0,44	0,27	0,15	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	
	M	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,12	0,27	0,44	0,59	0,72	0,81	0,85	0,85	0,81	0,71	0,58	0,42	0,25	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	
	H	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,13	0,29	0,45	0,60	0,72	0,81	0,85	0,84	0,79	0,70	0,56	0,40	0,23	0,13	0,11	0,09	0,08	0,08	0,07	

L=Ελαφρά Κατασκευή

M=Μεσαία Κατασκευή

H=Βαριά Κατασκευή

ΠΙΝΑΚΑΣ 10
ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ

Πλάτος	24°				32°				40°				48°				56°			
	9 π.μ	Μεσημ.	3 μ.μ	6 μ.μ	9 π.μ	Μεσημ.	3 μ.μ	6 μ.μ	9 π.μ	Μεσημ.	3 μ.μ	6 μ.μ	9 π.μ	Μεσημ.	3 μ.μ	6 μ.μ	9 π.μ	Μεσημ.	3 μ.μ	6 μ.μ
(Προσαν.) Β	--	--	--	.58	--	--	--	.63	--	--	--	.83	--	--	--	1.37	--	--	--	1.61
ΒΑ	1.89	--	--	--	2.17	--	--	--	2.13	--	--	--	3.03	--	--	--	3.45	--	--	--
Α	1.00	--	--	--	.97	--	--	--	.89	--	--	--	.83	--	--	--	.74	--	--	--
ΝΑ	.93	4.55	--	--	1.00	3.33	--	--	.86	2.33	--	--	.73	1.67	--	--	.61	1.33	--	--
Ν	4.35	3.57	4.35	--	2.63	2.38	2.63	--	1.85	1.59	1.85	--	1.33	1.19	1.33	--	1.08	.93	1.08	--
ΝΔ	--	4.55	.93	--	--	3.33	1.00	--	--	2.33	.86	--	--	1.67	.73	--	--	1.33	.61	--
Δ	--	--	1.00	*	--	--	.97	*	--	--	.89	*	--	--	.83	*	--	--	.74	*
ΒΔ	--	--	1.89	*	--	--	2.17	*	--	--	2.13	*	--	--	3.03	*	--	--	3.45	*

ΠΙΝΑΚΑΣ 11
ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΛΟΓΩ ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ

ΒΑΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡ.	Τυπικές Περιπτώσεις	Ολ.Θερμ.Ενηλίκων Ανδρών			Ολ.Θερμότητα			Αισθητή Θερμότητα			Λανθάνουσα Θερμότητα		
		Watts	Btuh	Kcal/hr	Watts	Btuh	Kcal/hr	Watts	Btuh	Kcal/hr	Watts	Btuh	Kcal/hr
Καθισμένα αναπαυτικά	Κινηματοθέατρα	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Καθισμένα και μετρίως εργαζόμενα	Γραφεία, ξενοδοχεία	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Καθισμένα τρώγωντας	Εσπιατόρια	150	520	130	170	580c	145	75	255	60	55	325	80
Εργασία γραφείου	Γραφεία, ξενοδοχεία	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Άτομα όρθια ή βαδίζοντα με βραδυ ρυθμό	Καταστήματα, τράπεζες	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Ελαφριά εργασία	Εργοστάσια	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Βάδισμα 5Kpt/h και ελαφριά εργασία	Εργοστάσια	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Μπόουλινγκ	Χώρος Μπόουλινγκ	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Μοντέρνος χώρος	Dance hall	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Βαριά εργασία, και έντονη προσπάθεια	Εργοστάσια	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Γυμναστική	Γυμναστήρια	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

ΠΙΝΑΚΑΣ 12
ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 13
ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΣΥΣΚΕΥΕΣ, BTU/hr

ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ				ΑΕΡΙΟ				ΑΤΜΟΣ			
	Χωρίς κάλυμμα			Κάλυμμα	Χωρίς κάλυμμα			Κάλυμμα	Χωρίς κάλυμμα			Κάλυμμα
	Αισθητή	Λανθάνουσα	Ολική	Ολική Αισθητή	Αισθητή	Λανθάνουσα	Ολική	Ολική Αισθητή	Αισθητή	Λανθάνουσα	Ολική	Ολική Αισθητή
Βραστήρας καφέ 31inX20inX18in					11.700	6.300	18.000	3.600				
Θερμαντήρας καφέ ανά καυστήρα	770	230	1.000	340								
ανά θερμαντήρα	230	70	300	90								
Δοχεία ζεστού καφέ												
3 γαλόνια	2.550	850	3.400	1.000	3.500	1.500	5.000	1.000	2.180	1.120	3.300	1.000
5 γαλόνια	3.850	1.250	5.100	1.600	5.250	2.250	7.500	1.500	3.300	1.700	5.000	1.600
8 γαλόνια	5.200	1.600	6.800	2.100	7.000	3.000	10.000	2.000	4.350	2.250	6.600	2.100
Φριτέζα εστιατορίου:												
15lb	2.800	6.600	9.400	3.000	7.500	7.500	15.000	3.000				
21lb	4.100	9.600	13.700	4.300								
Χώρος διατήρησης θερμών φαγητών	320	80	400	130	560	140	700	140				
Σχάρα, ψησίματος	3.000	1.600	4.600	1.500	4.900	2.600	7.500	1.500				
Ζεστά πιάτα (δύο θερμαντικών μονάδων)					5.300	3.600	8.900	2.800				
Μικρό φουρνάκι (ανοιχτό) ανά εστία					3.200	1.800	5.000	1.000				
Τραπέζι ατμού					750	500	1.250	250	500	325	825	260
Τοσπέρα:												
συνεχόμενα-												
360 φέτες την ώρα	1.960	1.740	3.700	1.200	3.600	2.800	600	1.200				
720 φέτες την ώρα	2.700	2.400	5.100	1.600	6.000	4.000	10.000	2.000				
φρυγανιέρα(4 φέτες)	2.230	1.970	4.200	1.300								
εστία παρασκευής φάφλας 18X20X13 in (2 εστίες)	1.680	1.120	2.800	900								
Στεγνωτήρας μαλλιών:												
τύπος ψυστήρα	2.300	400	2.700									
τύπος κράνους	1.870	330	2.200									
Αποστειρωτές ιατρικών οργάνων												
τύπου bunsen					1.680	4.200	2.100					
τύπου fishtail					2.800	700	3.500					
τύπου meeker					3.360	840	4.200					
Πινακίδες NEON ανά ft ² σωλήνα	60		60									
Αποστειρωτής	650	1.200	1.850									
Μηχανές πώλησης												
ζεστό ποτό			1.200									
κρύο ποτό			625									

ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ, BTU/HR			
Ονομαστική Ισχύς Κινητήρα	Θέση Ηλεκτροκινητήρα Και Κινούμενη Μηχανισμού Ως Προς Τον Κλιματιζόμενο Χώρο		
	Κινητήρας Εντός	Κινητήρας Εκτός	Κινητήρας Εντός
	Συσκευή Εντός	Συσκευή Εντός	Συσκευή Εκτός
1/8	580	420	260
1/6	710	430	280
1/4	1.000	640	360
1/3	1.290	850	440
1/2	1.820	1.280	540
3/4	2.680	1.930	750
1	3.220	2.540	680
1-1/2	4.770	3.820	950
2	6.380	5.100	1.280
3	9.450	7.650	1.800
5	15.600	12.800	2.800
7-1/2	22.500	19.100	3.400
10	30.000	25.500	4.500
15	44.500	48.200	6.300
20	58.500	51.000	7.500
25	72.400	63.600	8.800

ΠΙΝΑΚΑΣ 14			
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ			
	Εκτιμώμενος αριθμός ατόμων ανά 1000 ft ² επιφάνειας	Απαιτούμενος αερισμός, αέρας ανά άτομο	
		Ελάχιστο CFM	Προτεινόμενο CFM
ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ			
Μονοκατοικίες			
Καθιστικά, υπνοδωμάτια	5	5	7-10
Κουζίνες, μπάνια	-	20	30-50
Πολυκατοικίες			
Καθιστικά, υπνοδωμάτια	7	5	7-10
Κουζίνες, μπάνια	-	20	30-50
ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ			
Δημόσιες τουαλέτες	100	15	20-25
Καταστήματα πωλήσεων			
Όροφος πωλήσεων(υπόγεια, ισόγεια)	30	7	10-15
Όροφος πωλήσεων(ανώτερα επίπεδα)	20	7	10-15
Τραπεζαρία	70	10	15-20
Κουζίνα	20	30	35
Καφετέριες	100	30	35
Ξενοδοχεία, μωτέλ			
Κρεβατοκάμαρες	5	7	10-15
Καθιστικά	20	10	10-15
Μπάνια	-	20	30-50
Καταστήματα ομορφιάς	50	25	30-35
Κουρέια	25	7	10-15
Χώροι στάθμευσης	-	1,5	2-3
Θέατρα			
Λόμπι	150	20	25-30
Αίθουσες συνεδριάσεων(μη καπνιστών)	150	5	5-10
Αίθουσες συνεδριάσεων(καπνιστών)	150	10	10-20
Αίθουσες μπόουλινγκ	70	15	20-25
Γυμναστήρια και αρένες			
Χώροι αναψυχής	70	20	25-30
Αποδυτήρια	20	30	40-50
Περιοχές θεατών	150	20	25-30
Πισίνες	25	15	20-25
Γραφεία			
Γενικός χώρος γραφείου	10	15	15-25
Αίθουσες διάσκεψης	60	25	30-40
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ			
Σχολεία			
Αίθουσες διδασκαλίας	50	10	10-15
Αίθουσες συνεδριάσεων	150	5	5-7,5
ΓυμναστήριαGymnasiums	70	20	25-30
Βιβλιοθήκες	20	7	10-12
Αποδυτήρια	20	30	40-50
Νοσοκομεία			
Μονά, διπλά υπνοδωμάτια	15	10	15-20
Θάλαμοι	20	10	15-20
Χειρουργεία, δωμάτια τοκετών	-	20	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 15
ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ U ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	Τιμές U σε BTU/Hr - ft ² °F	
	καλοκαίρι	χειμώνας
ΤΟΙΧΟΙ		
Πλαίσιο με ξύλινη κορνίζα, επίχρισμα και εσωτερικό φινίρισμα χωρίς μόνωση	.22	.23
R-7 μόνωση (2 in - 2 1/2 in)	.09	.09
R-11 μόνωση (3 in - 3 1/2 in)	.07	.07
Πλαίσιο με 4 in με τούβλινη ή πέτρινη επίστρωση, επίχρισμα και εσ.φινίρισμα χωρίς μόνωση	.24	.24
R-7 μόνωση	.09	.09
R-11 μόνωση	.07	.07
Πλαίσιο με 1 in γυψομάρμαρο, επίχρισμα και εσωτερικό φινίρισμα χωρίς μόνωση	.29	.29
R-7 μόνωση	.10	.10
R-11 μόνωση	.07	.07
Πλινθοδομή:		
8 in μπτεον χωρίς φινίρισμα	.49	.51
12 in μπτεον χωρίς φινίρισμα	.45	.47
Πλινθοδομή (8 in μπτεον) εσωτερικό φινίρισμα:		
γυψοσανίδα (1/2 in) χωρίς μόνωση	.29	.30
γυψοσανίδα με επένδυση αλουμινίου	.29	.30
1 in μόνωση πολυστερίνης σε φύλλο (R-5) και 1/2 in γυψοσανίδα	.13	.13
Πλινθοδομή (8 in τσιμεντόπλιθα ή διάτρητο κεραμικό τούβλο) εσωτερικό φινίρισμα:		
γυψοσανίδα (1/2 in) χωρίς μόνωση	.25	.25
γυψοσανίδα με επένδυση αλουμινίου (1/2 in) χωρίς μόνωση	.17	.17
1 in μόνωση πολυστερίνης σε φύλλο (R-5) και 1/2 in γυψοσανίδα	.12	.12
Πλινθοδομή (4 in εμφανές τούβλο και 8 in τσιμ/πλιθα ή 8 in διάτρητο τούβλο) εσωτερικό φινίρισμα:		
γυψοσανίδα (1/2 in) χωρίς μόνωση	.22	.22

χωρίς μόνωση	.25	.26
1 in μόνωση (R-2.78)	.15	.16
2 in μόνωση (R-5.56)	.10	.11
4 in ξύλινο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.17	.18
1 in μόνωση (R-2.78)	.12	.12
2 in μόνωση (R-5.56)	.09	.09
ΣΤΕΓΕΣ-ΔΑΠΕΔΑ		
μεταλικό πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.33	.40
1 in μόνωση (R-2.78)	.17	.19
2 in μόνωση (R-5.56)	.12	.13
1 in ξύλινο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.26	.29
1 in μόνωση (R-2.78)	.15	.16
2 in μόνωση (R-5.56)	.11	.11
2.5 in ξύλινο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.18	.20
1 in μόνωση (R-2.78)	.12	.13
2 in μόνωση (R-5.56)	.09	.10
4 in ξύλινο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.14	.15
1 in μόνωση (R-2.78)	.10	.10
2 in μόνωση (R-5.56)	.08	.08
4 in ελαφράς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.14	.15
6 in ελαφράς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.10	.11
8 in ελαφράς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.08	.09
2 in βαριάς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.32	.38
1 in μόνωση (R-2.78)	.17	.19
2 in μόνωση (R-5.56)	.11	.12
4 in βαριάς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.30	.36
1 in μόνωση (R-2.78)	.16	.18
2 in μόνωση (R-5.56)	.11	.12
6 in βαριάς κατασκευής τσιμεντένιο πάτωμα		
χωρίς μόνωση	.28	.33
1 in μόνωση (R-2.78)	.16	.17
2 in μόνωση (R-5.56)	.11	.12
ΣΚΕΠΗ ΟΡΟΦΗΣ (ξύλινο πλαίσιο με κεκλιμένη στέγη)		
χωρίς μόνωση	.28	.29
R-19 μόνωση (5 1/2 in - 6 1/2 in)	.05	.05

ΠΙΝΑΚΑΣ 16
ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Ψ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ (BTU/hr*ft² - F)

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ, ΣΥΡΩΜΕΝΕΣ ΠΙΑΛΙΝΕΣ ΠΟΡΤΕΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣΜΑΤΑ) -- ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΖΑΜΙΑ, ΥΑΛΟΤΟΥΒΛΑ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΤΖΑΜΙΑ				ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ (ΦΕΓΓΙΤΕΣ) -- ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΖΑΜΙΑ, ΥΑΛΟΤΟΥΒΛΑ ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΟΙ ΘΟΛΟΙ			
Περιγραφή	Εξωτερικά			Περιγραφή	Εξωτερικά		
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Εσωτερικά		Χειμώνας	Καλοκαίρι	Εσωτερικά
Επίπεδοι Υαλοπίνακες				Επίπεδοι Υαλοπίνακες			
Μονό τζάμι	1.10	1.04	0.73	Μονό τζάμι	1.23	0.83	0.96
μονωμένο τζάμι--διπλό				μονωμένο τζάμι--διπλό			
1/4" διάκενο	0.58	0.61	0.49	1/4" διάκενο	0.65	0.54	0.59
1/2" διάκενο	0.49	0.56	0.46	1/2" διάκενο	0.59	0.49	0.56
1/2" διάκενο, χαμηλό				1/2" διάκενο, χαμηλό			
προστατ. Στρώμα για μείωση ακτινοβολίας				προστατ. Στρώμα για μείωση ακτινοβολίας			
e = 0.20	0.32	0.38	0.32	e = 0.20	0.48	0.36	0.39
e = 0.40	0.38	0.45	0.38	e = 0.40	0.52	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
μονωμένο τζάμι--τριπλό				Υαλότουβλο			
1/4" διάκενο	0.39	0.44	0.38	11 x11 x 3 in. πάχους			
1/2" διάκενο	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in.πάχους	0.53	0.35	0.44
παράθυρα θυέλλης							
1" to 4" διάκενο	0.50	0.50	0.44		0.51	0.34	0.42
Πλαστικό τζάμι				Πλαστικοί θόλοι			
μονό				μονοί	1.15	0.80	--
1/8" πάχους	1.06	0.98	--	διπλοί	0.70	0.46	--
1/4" πάχους	0.96	0.89	--				
1/2" πάχους	0.81	0.76	--				
μονωμένη μονάδα--διπλή							
1/4" διάκενο	0.55	0.56	--				
1/2" διάκενο	0.43	0.45	--				
Υαλότουβλο				Παράθυρα			
6 x 6 x 4 in. πάχους	0.60	0.54	0.46	Όλο γιάλινο	1.00	1.00	1.00
8 x 8 x 4 in.πάχους	0.56	0.54	0.44	Σασί ξύλου--80%Γιαλί	0.90	0.95	0.90
με ενδιάμεσο χώρισμα	0.48	0.46	0.38	Σασί ξύλου--60%Γιαλί	0.80	0.85	0.80
12 x 12 x 4 in.πάχους	0.52	0.50	0.41	Σασί ξύλου--80%Γιαλί	1.00	1.20 ⁹	1.20 ⁹
με ενδιάμεσο χώρισμα	0.44	0.42	0.36	Συρώμενες Υαλόπορτες			
12 x 12 x 2 in. Πάχους	0.60	0.57	0.46	Ξύλινο πλαίσιο	0.95	1.00	--
				Μεταλλικό πλαίσιο	1.00	1.10 ⁹	--

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, F												
Θερμοκρασία Σχεδιασμού, F	85		90			95			100		105	110
	L	M	L	M	H	L	M	H	M	H	H	H
ΤΟΙΧΟΙ ΚΑΙ ΠΟΡΤΕΣ												
1 Πλαίσιο και καπλαμάς στο πλαίσιο	17,6	13,6	22,6	18,6	13,6	27,3	23,6	18,6	28,6	23,6	28,6	33,6
2.Χτιστοί τοίχοι από τούβλο	10,3	6,3	15,3	11,3	6,3	20,3	16,3	11,3	21,3	16,3	21,3	26,3
3.Χωρίσματα, πλαίσια	9,0	5,0	14,0	10,0	5,0	19,0	15,0	10,0	20,0	15,0	20,0	25,0
Χτιστά	2,5	0,0	7,5	3,5	0,0	12,5	8,5	3,5	13,5	8,5	13,5	18,5
4Ξύλινες πόρτες	17,6	13,6	22,6	18,6	13,6	27,6	23,6	18,6	28,6	23,6	28,6	33,6
ΤΑΒΑΝΙΑ ΚΑΙ ΟΡΟΦΕΣ												
1.Οροφή υπο φυσικά αεριζόμενη σοφίτα ή αεριζόμενη επίπεδη οροφή -σκουρόχρωμη	38,0	34,0	43,0	39,0	34,0	48,0	44,0	39,0	49,0	44,0	49,0	54,0
-ανοιχτόχρωμη	30,0	26,0	35,0	31,0	26,0	40,0	36,0	31,0	41,0	36,0	41,0	46,0
2.Χτιστή σκεπή, χωρίς ταβάνι -σκουρόχρωμη	38,0	34,0	43,0	39,0	34,0	48,0	44,0	39,0	49,0	44,0	49,0	54,0
-ανοιχτόχρωμη	30,0	26,0	35,0	31,0	26,0	40,0	36,0	31,0	41,0	36,0	41,0	46,0
3.Ταβάνια υπο μη κλιματιζόμενα δωμάτια	9,0	5,0	14,0	10,0	5,0	19,0	15,0	10,0	20,0	15,0	20,0	25,0
ΠΑΤΩΜΑΤΑ												
1.Πάνω από μη κλιματιζόμενα δωμάτια	9,0	5,0	14,0	10,0	5,0	19,0	15,0	10,0	20,0	15,0	20,0	25,0
2.Πάνω από υπόγειο ή πλάκα στο έδαφος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.Πάνω από ανοικτό χώρο	9,0	5,0	14,0	10,0	5,0	19,0	15,0	10,0	20,0	15,0	20,0	25,0
L=Ελαφρά Κατασκευή			M=Μεσαία Κατασκευή				H=Βαριά Κατασκευή					

ΠΙΝΑΚΑΣ 18 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕΣΩ ΓΥΑΛΙΟΥ, ΒΤΥ/HR-FT ²																					
Εξωτερική Θερμοκρασία Σχεδιασμού	Κανονικό Μονο Τζάμι						Κανονικό Διπλό Τζάμι						Θερμοαπορροφητικό Διπλό Τζάμι						Καθαρό Τριπλό Τζάμι		
	85	90	95	100	105	110	85	90	95	100	105	110	85	90	95	100	105	110	85	90	95
Χωρίς Τέντες Σκίασης ή Εσωτερική Σκίαση																					
Βόρεια	23	27	31	35	39	44	19	21	24	26	28	30	12	14	17	19	21	23	17	19	20
ΒΑ και ΒΔ	56	60	64	68	72	77	46	48	51	53	55	57	27	29	32	34	36	38	42	43	44
Α και Δ	81	85	89	93	97	102	68	70	73	75	77	79	42	44	47	49	51	53	62	63	64
ΝΑ και ΝΔ	70	74	78	82	86	91	59	61	64	66	68	70	35	37	40	42	44	46	53	55	56
Νότια	40	44	48	52	56	61	33	35	38	40	42	44	19	21	24	26	28	30	30	31	33
Οριζόντ. Φεγγίτης	160	164	168	172	176	181	139	141	144	146	148	150	89	91	94	96	98	100	126	127	129
Κουρτίνες ή Βενετικά Στόρια																					
Βόρεια	15	19	23	27	31	36	12	14	17	19	21	23	9	11	14	16	18	20	11	12	14
ΒΑ και ΒΔ	32	36	40	44	48	53	27	29	32	34	36	38	20	22	25	27	29	31	24	26	27
Α και Δ	48	52	56	60	64	69	42	44	47	49	51	53	30	32	35	37	39	41	38	39	41
ΝΑ και ΝΔ	40	44	48	52	56	61	35	37	40	42	44	46	24	26	29	31	33	35	32	33	34
Νότια	23	27	31	35	39	44	20	22	25	27	29	31	15	17	20	22	24	26	18	19	21
Ρολά Σκίασης Μισάνοιχτα																					
Βόρεια	18	22	26	30	34	39	15	17	20	22	24	26	10	12	15	17	19	21	13	14	15
ΒΑ και ΒΔ	40	44	48	52	56	61	38	40	43	45	47	49	24	26	29	31	33	35	34	35	35
Α και Δ	61	65	69	73	77	82	54	56	59	61	63	65	35	37	40	42	44	46	49	49	50
ΝΑ και ΝΔ	52	56	60	64	68	73	46	48	51	53	54	57	30	32	35	37	39	41	41	42	43
Νότια	29	33	37	41	45	50	27	29	32	34	36	38	18	20	23	25	27	29	25	26	26
Τέντες Σκίασης																					
Βόρεια	20	24	28	32	36	41	13	15	18	20	22	24	10	12	15	17	19	21	11	12	13
ΒΑ και ΒΔ	21	25	29	33	37	42	14	16	19	21	23	25	11	13	16	18	20	22	12	13	14
Α και Δ	22	26	30	34	38	43	14	16	19	21	23	25	12	14	17	19	21	23	12	13	14
ΝΑ και ΝΔ	21	25	29	33	37	42	14	16	19	21	23	25	11	13	16	18	20	22	12	13	14
Νότια	21	24	28	32	36	41	13	15	18	20	22	24	11	13	16	18	20	22	11	12	13

ΠΙΝΑΚΑΣ 19 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΣΚΙΑΣΗΣ							
προσανατολισμός παραθύρων	Β Πλάτος, σε μοίρες						
	25	30	35	40	45	50	55
Α/Δ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ΝΑ/ΝΔ	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9
Ν	10.1	5.4	3.6	2.6	2.0	1.7	1.4

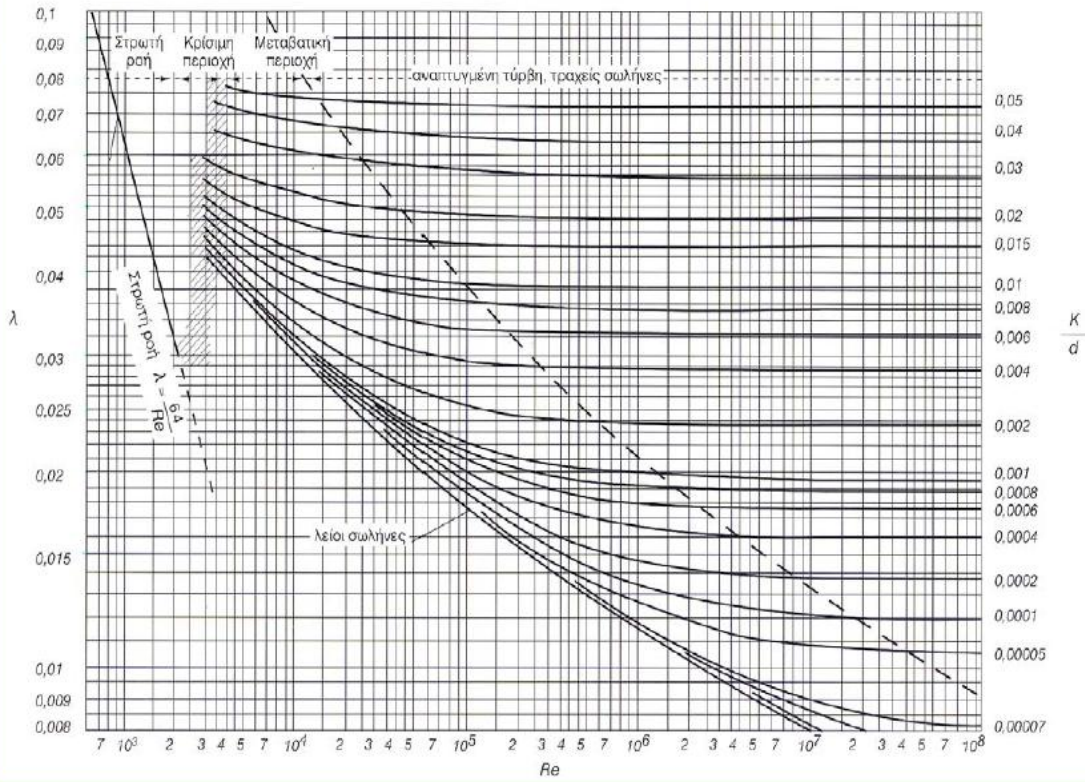
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Τυποποιημένο φύλλο 1																		
Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων																		
αγωγός τροφοδοσίας:		$\Delta P_{\text{επιτρ}} \leq 0,8 \text{ mbar}$										<input type="checkbox"/> 1η οικογένεια		<input type="checkbox"/> είδος σωλήνων				
αγωγοί ανόδου:		$\Delta P_{\text{επιτρ}} \leq 0,0 \text{ mbar}$ (1η κ. 2η οικογ.)										<input checked="" type="checkbox"/> 2η οικογένεια		<input checked="" type="checkbox"/> ΕΛΟΤ 268				
κλάδοι σύνδεσης συσκευών:		$\Delta P_{\text{επιτρ}} \leq 0,5 \text{ mbar}$										<input type="checkbox"/> 4η οικογένεια		<input type="checkbox"/> ΕΛΟΤ EN 1057				
α	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
γ					3x4						7x10							
ω	Τ	είδος	αφ.	$\Sigma \dot{V}_A$	f_{TII}	\dot{V}_S	l	DN	u	R	R1	$\Sigma \zeta$	Z	ΔH	ΔP_H	ΔP_{TA}	έλεγχος	
υ	Α	συσκ.		αδ.σ.	αδ.σ.									(l)			$\Sigma \Delta P_{TA}$	
ο				$\frac{m^3}{h}$		$\frac{m^3}{h}$	m		$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar		mbar	m	mbar	mbar	$\leq \Delta P_{\text{επ}}$	
ι																		
Δ3	ME :	1	2,58	1	2,58													$\Delta P_{\Delta 3} = 0,115 < 0,8$
	ΘΡ :					2,58	1,0	80	5,65	0,0055	0,0055	3,9	0,0494	0,75	0,030	0,115		
	ΘΧ :																	
	ΘΑ :																	
	BX :																	
Δ1	ME :	1	1,69	1	1,69													$\Delta P_{\Delta 1} = 0,071 < 0,8$
	ΘΡ :					1,69	2,30	80	3,70	0,0024	0,0056	4,3	0,0234	0,75	0,030	0,071		
	ΘΧ :																	
	ΘΑ :																	
	BX :																	
Δ2	ME :	1	3,20	1	3,20													$\Delta P_{\Delta 2} = 0,074 < 0,8$
	ΘΡ :					3,20	1,0	100	4,14	0,021	0,021		0,0265		0,030	0,074		
	ΘΧ :																	
	ΘΑ :																	
	BX :																	
	ME :																	
	ΘΡ :																	
	ΘΧ :																	
	ΘΑ :																	
	BX :																	
	ME :																	
	ΘΡ :																	
	ΘΧ :																	
	ΘΑ :																	
	BX :																	
	ME :																	
	ΘΡ :																	
	ΘΧ :																	
	ΘΑ :																	
	BX :																	

(1) ανερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "+", κατερχόμενος αγωγός: ΔH με πρόσημο "-"

ME: μαγειρική εστία, ΘΡ: θερμαντήρας ροής, ΘΧ: θερμαντήρας χώρου, ΘΑ: θερμαντ. ανακυκλοφορίας, ΒΧ: βιοτ. χρήση

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ MOODY
 Συντελεστής αντίστασης λ για ροή σε σωλήνες



ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

ολοκλήρωσης εγκατάστασης και ρύθμισης συσκευών αερίου
για τελική τροφοδότηση με αέριο

1. Καταναλωτής Κωδικός Σύνδεσης :

2. Διεύθυνση:

3. Αρ. Πρωτοκόλλου μελέτης :

4. Επιβλέπων Μηχανικός :

5. Εγκαταστάτης συσκευών :

Χαλκός :[†]

6. Περιγραφή εγκατάστασης : Σιδηροσωλήνας :[†]

PE :[†]

7. Περιγραφή συσκευών :

ΤΥΠΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ σε KW	ΠΑΡΟΧΗ σε m ³ /h

8. Μέθοδος απαγωγής καυσαερίων :.....
.....
.....
.....

9. Μετρήσεις Ρύπων (μόνο για πιεστικούς καυστήρες) :

Θερμοκρασία Εξόδου Καυσαερίων °C

Περίσσεια Αέρα %

Περιεκτικότητα σε CO ppm

Περιεκτικότητα σε CO₂ %

Περιεκτικότητα σε NO_x ppm

Βαθμός απόδοσης εστίας καύσης (η) %

- ✓ Η εγκατάσταση των συσκευών αερίου έγινε σύμφωνα με τη μελέτη.
- ✓ Οι συσκευές συνδέθηκαν με το σύστημα απαγωγής καυσαερίων σύμφωνα με το αντίστοιχο κεφάλαιο του Κανονισμού.
- ✓ Η εγκατάσταση και η ρύθμιση των συσκευών αερίου έγιναν σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και τα αντίστοιχα πρότυπα.

- ✓ Με βάση τις δοκιμές αντοχής και στεγανότητας βεβαιώνεται η ασφαλής λειτουργία της εγκατάστασης αερίου με την προϋπόθεση σωστής συντήρησης.

Ο Εγκαταστάτης καυστήρα

Ο Επιβλέπων Μηχανικός

Υπογραφή Σφραγίδα

Υπογραφή Σφραγίδα

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

δοκιμής αντοχής και στεγανότητας για προσωρινή τροφοδότηση με αέριο

1. Καταναλωτής : Πέτρος Ιωάννου Κωδικός 13997
Σύνδεσης:
2. Διεύθυνση : Πειραιώς 100 ΤΚ 11854
3. Αρ. Πρωτοκόλλου μελέτης :
4. Επιβλέπων Μηχανικός : Γιώργος Γεωργίου
5. Εγκαταστάτης αερίου : Κώστας Παπαδόπουλος
6. Περιγραφή εγκατάστασης : Χαλκός: X Σιδηροσωλήνας: † PE: †
6.1 Όγκος σωληνώσεων εσωτερ. εγκατάστασης : 0.0064 m³.
6.2 Είδος εγκατάστασης : Οικιακή: X Επαγγελματική: † Βιομηχανική: †
7. Πίεση δοκιμής αντοχής P=1 bar Διάρκεια 10 λεπτά
8. Πίεση δοκιμής στεγανότητας P=50 mbar
- α. Χρόνος Σταθεροποίησης Θερμοκρασίας: Διάρκεια 6 λεπτά
- β. Χρόνος Δοκιμής Στεγανότητας: Διάρκεια 3,5 λεπτά
9. Στοιχεία Αδειούχων Εγκαταστατών που εργάστηκαν στην
εγκατάσταση

Όνοματεπώνυμο	Αρ.Αδείας/Ημερ.Εκδ.	Δ/νση Βιομηχανίας	Ημ/σθια
...

- ✓ Βεβαιώνεται ότι η εγκατάσταση αερίου κατασκευάσθηκε σύμφωνα με την
εγκεκριμένη μελέτη και πληρεί της διατάξεις του Τεχνικού Κανονισμού ΥΑ
Δ3/Α/11346, ΦΕΚ Β' 963/15-7-2003.

- ✓ Η δοκιμή αντοχής και στεγανότητας της τοποθετημένης εγκατάστασης σωληνώσεων αερίου έγιναν σύμφωνα με την μελέτη.
- ✓ Με βάση τις δοκιμές αντοχής και στεγανότητας κρίνεται ότι μπορεί να γίνει με ασφάλεια προσωρινή τροφοδότηση με αέριο για τη διενέργεια μετρήσεων.

Ο Επιβλέπων Μηχανικός

Ο Εγκαταστάτης
Υδραυλικός

Βεβαίωση Σύνδεσμου

Αρ.Πρωτ./ Ημερ

.....

.....

Βεβαιώνεται η κατάθεση
στο σύνδεσμο όμοιου
αντιγράφου σύμφωνα με
το Π.Δ. 38/91

Για τον Σύνδεσμο

Υπογραφή Σφραγίδα

Υπογραφή Σφραγίδα

Υπογραφή Σφραγίδα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ασημακόπουλος Ν. Αντ. , Κλιματισμός, Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Ασημακόπουλος Ν. Αντ. , Τεχνολογία Ψυκτικών Εγκαταστάσεων,
Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Σελούντος Η. Β., Θέρμανση και Κλιματισμός, Τόμος Α και Τόμος Β,
Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ

Λέφας Χ. Κωνσταντίνος, Εισαγωγή στην Τεχνολογία του Φυσικού Αερίου,
Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ

Ηλεκτρονικές Πηγές

<http://www.teipat.gr/e-class>

<http://www.weatheronline.gr>