

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Α.Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος στη σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών στο τμήμα Μηχανολόγων Τ.Ε.. Έγινε μελέτη ενεργειακών αναγκών για ένα κατάστημα στην περιοχή της Ηλιούπολης με την χρήση του υπολογιστικού προγράμματος eQuest. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να βρούμε τα ενεργειακά φορτία που έχει το κτίριο και να τα καλύψουμε με την επιλογή κατάλληλου τύπου αντλίας θερμότητας .

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μας κύριο Ανδρέα Βούρο , καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του που μας παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας και τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειες μας και στους φίλους μας που με την υπομονή τους και τον τρόπο τους μας βοήθησαν να φέρουμε εις πέρας την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Λεοντίσης Γιώργος
Κατσόγενας Σεραφείμ

Ιούλιος 2017

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογακλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

(Όνοματεπώνυμο)

ΚΑΤΣΟΓΕΥΜΑΣ ΣΕΡΑΦΕΙΜ

(Υπογραφή)



(Όνοματεπώνυμο)

ΛΕΟΝΤΙΤΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

(Υπογραφή)



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη ψύξης και θέρμανσης με τη χρήση υπολογιστικού κώδικα και χρήση αντλίας θερμότητας. Θα μελετήσουμε τα θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου, και θα τα αναλύσουμε την καλύτερη αποδοτικά και τεχνικά λύση.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε πέντε Κεφάλαια. Στο πρώτο και στο δεύτερο κεφάλαιο επεξηγούνται βασικές έννοιες που αφορούν τον κλιματισμό και γενικά την θέρμανση και την ψύξη. Γίνεται μια εκτενής αναφορά, στις αντλίες θερμότητας, στα είδη που υπάρχουν στο εμπόριο, στον τρόπο τροφοδότησής τους, στον βαθμό απόδοσης αλλά και στον θερμοδυναμικό κύκλο. Επίσης, κάνουμε αναφορά στην συνδεσμολογία μιας αντλίας θερμότητας και στα τεχνικά της χαρακτηριστικά που σκοπό έχει την εύκολη κατανόηση από τον εκάστοτε αναγνώστη.

Στο τρίτο Κεφάλαιο πραγματοποιείται η μελέτη. Ξεκινάμε από βασικά στοιχεία και δεδομένα που χωρίς αυτά δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στην μελέτη των θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στις συντεταγμένες του τόπου, στα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής, στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, και σε άλλες σημαντικές λεπτομέρειες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Επίσης σε αυτό το στάδιο παρατίθενται τα σχέδια της κατοικίας από το AutoCAD.

Στο τέταρτο Κεφάλαιο έχουμε την μελέτη θερμικών απωλειών για χειμερινούς μήνες και την μελέτη ψυκτικών φορτίων για τους θερινούς μήνες, με το υπολογιστικό λογισμικό eQuest. Μέσα στο κεφάλαιο αυτό επισυνάπτονται κομμάτια της μελέτης και σε παράρτημα στο τέλος της εργασίας, επισυνάπτονται ολόκληρα τα αρχεία μαζί με όλους τους υπολογισμούς. Σε όλο το κεφάλαιο υπάρχουν βασικά στιγμιότυπα οθόνης από το λογισμικό κατά την εκπόνηση της μελέτης και ολόκληρη η μελέτη, στο παράρτημα.

Στο πέμπτο Κεφάλαιο, και αφού έχουμε βρει τις ανάγκες του χώρου σε θέρμανση και ψύξη, επιλέγουμε μια αντλία θερμότητας που θα καλύπτει αυτά τα φορτία και συγκρίνουμε αποτελέσματα, με την λειτουργία της αντλίας και χωρίς την αντλία. Έπειτα συνεχίζουμε σε συγκρίσεις για διάφορους τύπους αντλιών. Επίσης δίνονται τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Εργασία. Πρώτον αναλύουμε τα αποτελέσματα από την μελέτη θέρμανσης / ψύξης για τον συγκεκριμένο χώρο. Δεύτερον, αναλύουμε την επιλογή μας στις διατάξεις που αφορούν την κάλυψη των φορτίων και την αντλία θερμότητας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1. ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	6
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	6
1.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ	9
1.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	11
1.3.1. <i>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ</i>	12
1.3.2. <i>ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ</i>	13
1.3.3. <i>ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ</i>	14
1.4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	21
1.5. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	22
1.5.1. <i>ΓΕΝΙΚΑ</i>	22
1.5.2. <i>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ</i>	23
1.5.3. <i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ</i>	25
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	28
2.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	28
2.1.1. <i>ΓΕΝΙΚΑ</i>	28
2.1.2. <i>ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</i>	29
2.1.3. <i>ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ</i>	33
2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	34
2.2.1. <i>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΣΚΟΠΟ</i>	35
2.2.2. <i>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΠΟΧΗ</i>	35
2.2.3. <i>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ</i> 36	
2.2.4. <i>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ</i>	45
2.2.5. <i>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ</i>	46
2.2.6. <i>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</i>	47
2.3. ΤΟΠΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	48
2.3.1. <i>ΦΟΡΗΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΑ</i>	49
2.3.2. <i>ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ (ΜΟΝΟBLOCK)</i>	50
2.3.3. <i>ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ</i>	52
2.3.4. <i>ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΟΛΥΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (MULTI-SPLIT)</i>	55
2.3.5. <i>ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</i>	55
2.4. ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	56
2.4.1. <i>ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΥΠΟΥ «ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ»</i>	58
2.4.2. <i>ΜΟΝΑΔΕΣ ΟΡΟΦΗΣ ΚΡΥΦΟΥ ΤΥΠΟΥ (ΚΑΝΑΛΑΤΟ)</i>	59
2.4.3. <i>ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΥΠΟΥ «ΚΑΣΕΤΑΣ»</i>	60
2.5. ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	60
2.6. Η ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	66
2.6.1. <i>ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ</i>	66
2.6.2. <i>ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ</i>	66
2.6.3. <i>ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ</i>	69
2.6.4. <i>ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ</i>	71

2.6.5.	ΚΥΚΛΟΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	74
2.6.6.	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	75
2.6.7.	ΠΗΓΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΝ ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ.....	79
2.6.8.	ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ INVERTER.....	80
2.6.9.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	81
2.6.10.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	83
2.6.11.	ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ.....	88
2.6.12.	ΥΔΡΟΨΥΚΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	90
2.7.	ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ	93
2.8.	ΔΙΚΤΥΑ ΑΓΩΓΩΝ.....	95
2.8.1.	ΔΙΚΤΥΑ ΝΕΡΟΥ	95
2.8.2.	ΔΙΚΤΥΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ.....	96
2.8.3.	ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑ (ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ)	96
2.9.	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	100
2.9.1.	ΦΙΛΤΡΑ ΑΕΡΑ.....	100
2.9.2.	ΕΙΔΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	100
2.9.3.	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	101
3.	ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ.....	104
3.1.	ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	104
3.1.1.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	104
3.1.2.	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	105
3.1.3.	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	106
3.2.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ	111
3.2.1.	ΜΗ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ	111
3.2.2.	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	111
3.3.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ 4Μ ΚΑΙ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	113
3.4.	ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	119
3.5.	ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	119
4.	ΤΕΧΝΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ E-QUEST	120
4.1.	ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	120
4.2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	122
4.2.1.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	122
4.2.2.	ΠΟΡΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	122
4.3.	ΠΡΟΣΩΜΟΙΩΣΗ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	135
4.4.	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ^ο : ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ – ΑΕΡΑ	136
4.5.	ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ “Β”: ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΝΕΡΟΥ	141
4.6.	ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ “Γ”	143
5.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	146
5.1.	ΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	146
5.2.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ	148
5.3.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ.....	149
5.4.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ.....	150

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιστορική εξέλιξη της ψύξης και του κλιματισμού

Το περιβάλλον στο οποίο ζει ο άνθρωπος, χαρακτηρίζεται από διαρκώς μεταβαλλόμενες και συχνά ακραίες κλιματικές συνθήκες. Ο καύσωνας και η ξηρασία των αγρών, η παγωνιά και το χιόνι, η καταιγίδα και η ανεμοθύελλα, η έντονη υγρασία είναι γνωστά παραδείγματα των μεταβολών στο κλίμα ενός τόπου.

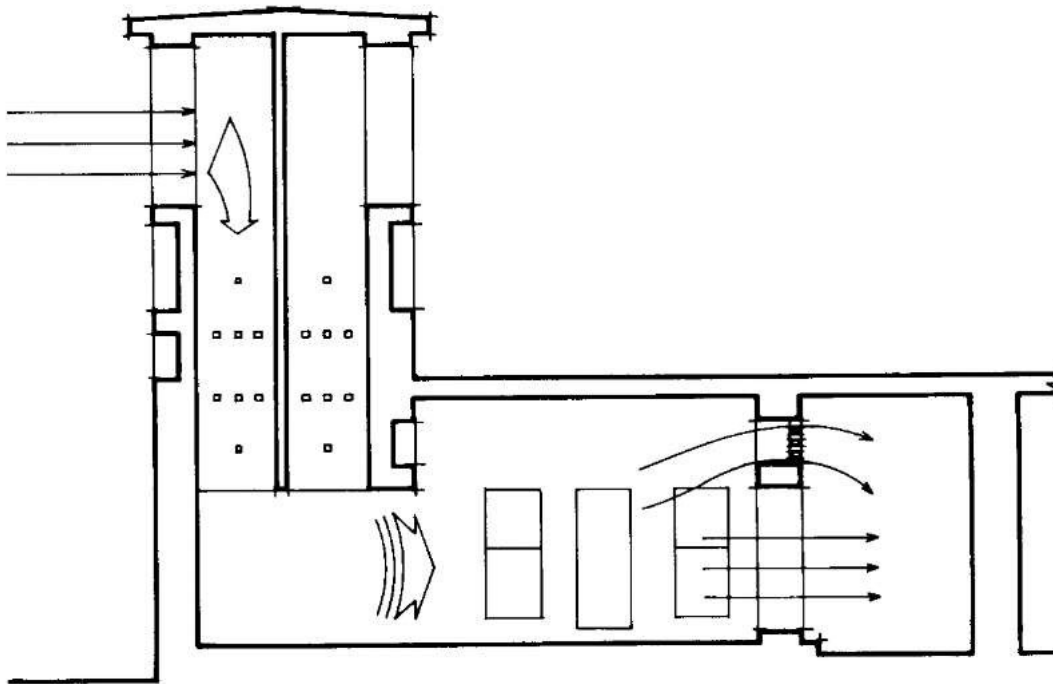
Ο άνθρωπος προσπάθησε να ελέγξει τις κλιματικές μεταβολές προκειμένου να πετύχει να ζει και να εργάζεται με άνεση και ασφάλεια σε κλειστούς χώρους με καθαρό αέρα και για να διατηρεί την τροφή του, τις διεργασίες και τα προϊόντα των διαφόρων δραστηριοτήτων του σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Για το σκοπό αυτό, εφάρμοσε στην αρχή απλούς τρόπους και πολύ αργότερα, με την αύξηση των γνώσεων του, μηχανικά συστήματα ψύξης και κλιματισμού.

Οι προγονοί μας, με τον κατάλληλο προσανατολισμό των οικοδομών και τη διαμόρφωση των δομικών στοιχείων τους, προσπάθησαν να περιορίσουν τις αρνητικές επιδράσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος, σε συνδυασμό με την εκμετάλλευση των ευνοϊκών συνθηκών του κλίματος και της γεωγραφίας ενός τόπου (ήλιος, άνεμος, νερό, έδαφος)



Εικόνα Ε1. Το μοναστήρι της Χοζοβιώτισσας Αμοργού

Σε θερμούς τόπους, όπως στις Αραβικές χώρες, στην Περσία και στην Ινδία εφαρμόστηκαν αρχικά ειδικές οικοδομικές τεχνικές και απλές πρακτικές για τον αερισμό και το δροσισμό των εσωτερικών χώρων, μέσω της φυσικής κίνησης του αέρα και της εξάτμισης του νερού. Για παράδειγμα, η διαμόρφωση κατακόρυφων προεξοχών-καμινάδων ή ανεμόπυργων με στενή διατομή σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα, προκαλούσε την έντονη κυκλοφορία ρευμάτων σε συγκεκριμένη κατεύθυνση και την εξαγωγή θερμών μαζών αέρα από τους χώρους κατοίκησης.



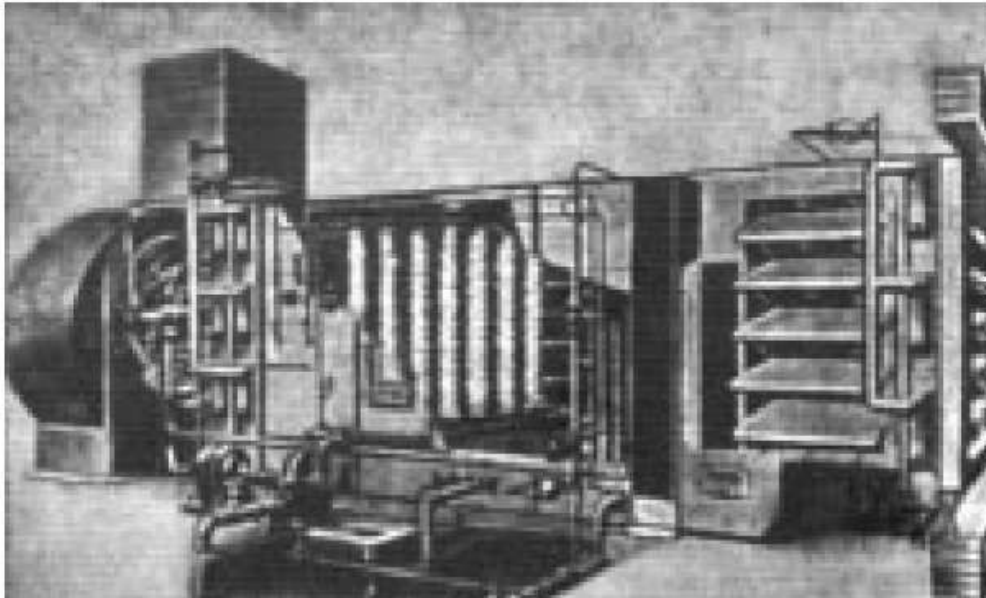
Εικόνα Ε2. Τομή παραδοσιακού αραβικού ανεμόπυργου

Ο όρος «κλιματισμός» (Air Conditioning) ανήκει στον Stuart W. Carrier, ο οποίος τον χρησιμοποίησε το 1907 σε μια διάλεξή του για τον έλεγχο της υγρασίας στην υφαντουργία και το 1911. Σχετικά με τον κλιματισμό των εσωτερικών χώρων, δηλαδή τη διατήρηση της κατάστασης του αέρα ενός χώρου σε ορισμένα πλαίσια, το 1902, ο νεαρός μηχανικός Willis Carrier, ο αποκαλούμενος "πατέρας του κλιματισμού", σχεδίασε, δοκίμασε και εγκατέστησε την πρώτη βιομηχανική εγκατάσταση κλιματισμού σε μεγάλο τυπογραφείο, στο Brooklyn της Νέας Υόρκης.

Η εγκατάσταση λειτουργούσε όλο το χρόνο παρέχοντας θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και αφύγρανση στους χώρους της επιχείρησης, προστατεύοντας έτσι την ποιότητα των χρωμάτων στο χαρτί. Το 1911 ο Carrier παρουσίασε τον ψυχομετρικό χάρτη, που συνδέει γραφικά τις ψυχομετρικές ιδιότητες του αέρα καθώς και τα αντίστοιχα φορτία, απλοποιώντας έτσι τα πολύπλοκα προβλήματα της αναλυτικής μελέτης του κλιματιζόμενου αέρα. Το 1930 κάποια μεγάλα κτίρια (μέγαρο χρηματιστηρίου, διοικητικά κτίρια γραφείων, νοσοκομεία, θέατρα κλπ.) στις Η.Π.Α. διέθεταν ήδη εγκατάσταση κλιματισμού.

Στη δεκαετία του 1930 έγιναν οι πρώτες σοβαρές προσπάθειες για τη βιομηχανική παραγωγή κλιματιστικών μηχανημάτων με τη χρήση και πιο ασφαλών ψυκτικών

ουσιών (μέσων), όπως το Freon-12. Μετά το 1945 αυξήθηκαν οι απαιτήσεις για κλιματισμό κτιρίων με κεντρικά συστήματα. Οι απαιτήσεις αυτές αφορούν την άνετη διαβίωση σε κλειστούς χώρους με ποιότητα αέρα και τη βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος.



Εικόνα Ε3. Κλιματιστική συσκευή εποχής (Carrier)

Σκοπός του Κλιματισμού

Κλιματισμός είναι η διαδικασία με την οποία μπορούμε να επιτύχουμε και να διατηρήσουμε τεχνητές συνθήκες υγιεινής και άνεσης σε έναν κλειστό χώρο.

Με τον όρο κλιματισμό λοιπόν, εννοούμε την επιδίωξη για διατήρηση, μέσα σε επιθυμητά όρια, (απαραίτητα για την ανθρώπινη άνεση ή για τη διεξαγωγή κάποιας παραγωγικής διαδικασίας ή για τη διατήρηση κάποιου προϊόντος), των συνθηκών εσωτερικού ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (εσωτερικού κλίματος). Οι συνθήκες αυτές προσδιορίζονται από τους εξής μεταβλητούς παράγοντες που αφορούν τον αέρα ενός χώρου:

- Θερμοκρασία.
- Υγρασία.
- Κίνηση και διανομή αέρα.
- Καθαρότητα αέρα.
- Ηλεκτρική φόρτιση αέρα.

Για τον έλεγχο των παραπάνω μεταβλητών του περιβάλλοντος εγκαθιστούμε τα κατάλληλα μηχανήματα, τις συσκευές ελέγχου και τα δίκτυα μεταφοράς ενέργειας έτσι ώστε να μην αυξάνονται οι θόρυβοι του περιβάλλοντος. Η Κλιματιστική Εγκατάσταση είναι ένας συνδυασμός τέτοιων μηχανημάτων, συσκευών ελέγχου και δικτύων μεταφοράς ενέργειας.

Ο πλήρης έλεγχος των περιβαλλοντικών συνθηκών σημαίνει τη διαρκή κάλυψη των απαιτήσεων για καθαρότητα, κίνηση, συγκεκριμένη θερμοκρασία και υγρασία του αέρα μέσα σε ένα κλειστό χώρο, καθώς και για τη διατήρηση της ποιότητας τροφίμων, άλλων προϊόντων και διεργασιών. Η διάρκεια στην κάλυψη των απαιτήσεων αυτών έχει κάνει αναγκαία την εφαρμογή συστημάτων ψύξης και κλιματισμού. Έτσι εξασφαλίζεται η υγεία, η άνεση και η παραγωγική δράση μας σε όλη τη διάρκεια του χρόνου σε κάθε τόπο.

Είναι αντιληπτό ότι ο κλιματισμός καλύπτει την απαίτηση για εξασφάλιση ομοιόμορφων και σταθερών εσωτερικών συνθηκών άνεσης για τη μεγάλη πλειοψηφία των ανθρώπων που ζουν και εργάζονται σε έναν κτιριακό χώρο, κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης περιόδου με μεταβαλλόμενα και συχνά ακραία κλιματικά δεδομένα.

Για παρόμοιους λόγους τα συστήματα κλιματισμού έχουν γίνει αναγκαία και για την άνετη μετακίνηση μας με αυτοκίνητα, τρένα και πλοία. Για τα αεροπλάνα είναι προφανής η ανάγκη του κλιματισμού, για ένα άνετο ταξίδι, αφού οι καμπίνες τους πρέπει να είναι απομονωμένες από το εχθρικό εξωτερικό περιβάλλον της ατμόσφαιρας στο ύψος πτήσης τους.

Είναι επίσης αναγκαίος ο διαρκής έλεγχος των εσωτερικών συνθηκών περιβάλλοντος, με συστήματα κλιματισμού, σε χώρους αποθήκευσης τροφίμων, εγκατάστασης εξοπλισμού και σε βιομηχανίες παραγωγής και αποθήκευσης προϊόντων που είναι ευαίσθητα σε θερμικές μεταβολές (π.χ. φωτογραφικό χαρτί και φιλμ, οπτικά όργανα, νήματα και υφάσματα, έγχρωμες εκτυπώσεις, ελαστικά, καπνά, ηλεκτρονικά).

1. ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η θερμοδυναμική ασχολείται με την ενέργεια και τις μετατροπές της. Οι νόμοι της θερμοδυναμικής περιγράφουν τους περιορισμούς αυτών των μετατροπών. Αυτοί οι νόμοι είναι πρωταρχικοί (πρωτογενείς) καθόσον δεν μπορούν να παραχθούν από οτιδήποτε άλλο πιο βασικό. Συνεπώς η έκφραση αυτών των νόμων απαιτεί χρήση λέξεων που είναι επίσης πρωταρχικές, με την έννοια ότι δεν έχουν ακριβείς ορισμούς ή συνώνυμα. Η ενέργεια είναι μια τέτοια λέξη η οποία έχει ύπαρξη μόνο μέσω της σχέσης της με άλλες μεταβλητές ή συντεταγμένες οι οποίες έχουν φυσική σημασία και μπορούν να μετρηθούν. Για παράδειγμα, η δυναμική ενέργεια δεδομένης μάζας είναι συνάρτηση της θέσης της και δεν έχει άλλη πραγματική υπόσταση. Συνηθισμένος ορισμός για την ενέργεια είναι η δυνατότητα παραγωγής έργου. Η παρουσία της γίνεται αντιληπτή από τα αποτελέσματά της. Μονάδα της στο SI είναι το Joule, J.



Εικόνα 1.1.: Συγκρότημα κλιματιστικών μονάδων σε κτίριο γραφείων¹

Η εφαρμογή των θερμοδυναμικών νόμων σε μια καθορισμένη περιοχή του σύμπαντος απαιτεί τον ορισμό ενός συστήματος και του περιβάλλοντός του. Σύστημα μπορεί να είναι οποιοδήποτε αντικείμενο, ποσότητα ύλης, περιοχή κάποιου χώρου, κ.λπ. που επιλέγεται προς μελέτη και διαχωρίζεται (νοητά) από οτιδήποτε άλλο, που αποτελεί το περιβάλλον. Η θερμοδυναμική ασχολείται με πεπερασμένου μεγέθους συστήματα και η σκοπιά αντιμετώπισης είναι μάλλον μακροσκοπική παρά μικροσκοπική. Δηλαδή, δεν ενδιαφέρει η λεπτομερής δομή της ύλης αλλά μόνο γενικά χαρακτηριστικά όπως η πίεση και η θερμοκρασία, που θεωρούνται θερμοδυναμικές συντεταγμένες.

Η επιφάνεια (ενδεχομένως φανταστική) που περικλείει ένα σύστημα και το διαχωρίζει από το περιβάλλον του λέγεται όριο του συστήματος και μπορεί

- να απομονώνει το σύστημα από το περιβάλλον του ή
- να παρέχει αλληλεπίδραση με διάφορους τρόπους ανάμεσα στο σύστημα και το περιβάλλον.

Ένα απομονωμένο σύστημα δεν ανταλλάσσει ούτε ενέργεια ούτε ύλη με το περιβάλλον. Αν δεν είναι απομονωμένο, τα όριά του επιτρέπουν ανταλλαγή είτε μάζας, είτε ενέργειας, είτε και των δυο με το περιβάλλον. Αν επιτρέπεται ανταλλαγή μάζας, το σύστημα καλείται ανοικτό. Αν μόνο ενέργεια και όχι ύλη μπορούν να ανταλλάγουν, το σύστημα είναι κλειστό (αλλά όχι απομονωμένο) και η μάζα του είναι σταθερή. Η ανταλλαγή ενέργειας μπορεί να συμβεί με δυο μορφές, θερμότητα και έργο.

Η θερμότητα, όπως και το έργο, θεωρείται στη θερμοδυναμική σαν μεταβατική μορφή ενέργειας διαμέσου του ορίου ανάμεσα στο σύστημα και το περιβάλλον. Σε αντίθεση με το έργο, η μετάδοση θερμότητας είναι αποτέλεσμα θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος. Για την εκτέλεση έργου, η ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας δεν είναι απαραίτητη. Η θερμότητα δεν θεωρείται ότι αποθηκεύεται σε ένα σύστημα. Όταν προσδίδεται ενέργεια υπό μορφή θερμότητας σε ένα σύστημα, αποθηκεύεται σαν κινητική και δυναμική ενέργεια στα μικροσκοπικά σωματίδια που απαρτίζουν το σύστημα. Οι μονάδες της θερμότητας είναι ίδιες με της ενέργειας και του έργου².

Και αφού παρατέθηκαν ορισμοί για την θερμοδυναμική, είναι ώρα να αναλυθεί η διαφορά της με την μετάδοση θερμότητας, και να γίνει αποσαφήνιση των δύο εννοιών. Η θερμοδυναμική ενδιαφέρεται για τα ποσά θερμότητας που μεταφέρονται καθώς ένα σύστημα μεταβαίνει από μια κατάσταση ισορροπίας σε μία άλλη, αδιαφορώντας για το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί, για την παραπάνω ανταλλαγή μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος. Από την άλλη πλευρά η μετάδοση θερμότητας ενδιαφέρεται για τον ρυθμό με τον οποίο μεταφέρονται τα ποσά θερμότητας από ή προς το σύστημα.³

Η μετάδοση θερμότητας είναι ο βασικός μηχανισμός με τον οποίο οι περιβαλλοντικές μεταβολές εκδηλώνονται στο εσωτερικό των κτηρίων. Η αγωγή της θερμότητας από το περίβλημα ενός κτηρίου, η άμεση μετάδοση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα παράθυρα, αλλά και η απορρόφηση αυτής της ακτινοβολίας από τα εκτεθειμένα στοιχεία ενός κτηρίου (τοίχοι, οροφή) και, τέλος, ή αίσθηση ψύχους των χρηστών ενός κτηρίου, λόγω της έντονης κυκλοφορίας του αέρα, είναι παραδείγματα του πως

η μεταφορά θερμότητας επηρεάζει τη θερμική συμπεριφορά των κτηρίων και τους χρήστες τους.

Παρακάτω εξετάζονται οι βασικές αρχές της μετάδοσης θερμότητας που απαιτούνται για να αναλύσει κάποιος και να προβλέψει τα φορτία θέρμανσης και ψύξης, τη θερμική απόδοση κτηριακών εγκαταστάσεων, καθώς και την απόδοση του αντίστοιχου εξοπλισμού. Η μεταφορά θερμότητας είναι η επιστήμη και η τέχνη της πρόβλεψης του ρυθμού με τον οποίο η θερμότητα ρέει μέσα από διάφορα υλικά, κάτω από διαφορετικές εξωτερικές συνθήκες που οφείλονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Οι νόμοι της μετάδοσης θερμότητας μας δίνουν το ρυθμό με τον οποίο η θερμική ενέργεια πρέπει να παρέχεται ή να αφαιρείται από ένα κτήριο, προκειμένου να διατηρηθεί η άνεση των χρηστών του ή/και για την κάλυψη άλλων θερμικών αναγκών του κτηρίου. Υπάρχουν τρεις διακριτοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας:

- αγωγιμότητα ή αγωγή (conduction)
- συναγωγιμότητα ή συναγωγή (convection) και
- ακτινοβολία (radiation)

Θερμική Αγωγιμότητα (Thermal conduction) ορίζεται ως ο μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας από μία περιοχή (ή σύστημα) υψηλής θερμοκρασίας σε μια άλλη (ή άλλο) χαμηλότερης θερμοκρασίας, μέσω ενός μέσου (στερεού, υγρού ή αέριου σε ηρεμία), λόγω της φυσικής επαφής. Η μεταφορά αυτή επιτυγχάνεται είτε με μοριακή αλληλεπίδραση, δηλαδή μεταφορά ενέργειας από τα περισσότερα ενεργητικά μόρια στα γειτονικά τους, με χαμηλότερο επίπεδο ενέργειας, είτε μέσω της συγκέντρωσης των ελεύθερων ηλεκτρονίων, στα καθαρώς μεταλλικά στερεά.



Εικόνα 1.2: Στιγμιότυπο από εγκατάσταση εξωτερικής κλιματιστικής μονάδας⁴

Το πιο κλασικό παράδειγμα ροής θερμότητας με αγωγιμότητα είναι οι θερμικές απώλειες από τις αδιαφανείς επιφάνειες των κτηρίων το χειμώνα. Υπάρχει επίσης μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της έννοιας της θερμικής αγωγιμότητας και αυτής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα στερεά. Ροές λόγω θερμικής αγωγιμότητας συμβαίνουν

στην κατεύθυνση της μείωσης της θερμοκρασίας, ενώ αντίστοιχα η ηλεκτρική αγωγιμότητα εξελίσσεται από σημεία υψηλού σε σημεία χαμηλού δυναμικού.

Η μετάδοση θερμότητας με συναγωγή είναι αποτέλεσμα των μεγαλύτερης κλίμακας κινήσεων ενός ρευστού, είτε αυτό είναι υγρό ή αέριο. Όσο υψηλότερη είναι η ταχύτητα της ροής του ρευστού, τόσο υψηλότερος είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή γενικά. Για παράδειγμα, απώλεια θερμότητας με συναγωγή έχουμε όταν κρύος άνεμος φυσάει πάνω από το δέρμα ενός ανθρώπου και αφαιρεί θερμότητα από αυτό.

Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία είναι η μεταφορά ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Δεν χρειάζεται η ύπαρξη κανενός υλικού μέσου για μετάδοση με ακτινοβολία. Η μόνη προϋπόθεση για τη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία είναι η παρουσία δύο επιφανειών σε διαφορετική θερμοκρασία. Η ενέργεια που μεταφέρεται από τον ήλιο στη γη είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μετάδοσης θερμότητας μέσω ακτινοβολίας⁵.

1.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ

Ο κλιματισμός των κτιρίων και ειδικά των βιομηχανικών ή επαγγελματικών εγκαταστάσεων καθώς και των κοινόχρηστων χώρων σε κτιριακά συγκροτήματα, είναι απαραίτητος για να διατηρηθούν συνθήκες που ανταποκρίνονται με πληρότητα ασφάλεια, αξιοπιστία και προσιτό κόστος, στις απαιτήσεις του ανθρώπου για άνετη και υγιεινή διαβίωση στους κλειστούς χώρους παραμονής, διαμονής και εργασίας. Η τεχνολογία και οι οικονομικές δυνατότητες των ανθρώπων έχουν διαμορφώσει ένα πολύπλευρο πλέγμα απαιτήσεων, οι οποίες πρέπει να καλυφθούν από κάθε σύστημα κλιματισμού και τεχνητού αερισμού.

Η ρύθμιση των απαιτούμενων συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας, κίνησης και καθαρότητας του αέρα επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων συσκευών που αποτελούν τα αντίστοιχα συστήματα ψύξης, ύγρανσης, αερισμού και καθαρισμού του αέρα. Η λειτουργία κάθε συστήματος αλλά και η επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος βασίζεται σε μία σειρά διεργασιών που είναι⁶:

Θέρμανση είναι η διεργασία πρόσθεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την άνοδο της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.

Ψύξη αντίστοιχα είναι η διεργασία αφαίρεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.

Κλιματισμός είναι η διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης, εντός ορισμένων ορίων, της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα μέσα σε ένα κτίριο. Κατά τη διαδικασία του κλιματισμού ο αέρας του κτιρίου υφίσταται με ελεγχόμενο τρόπο κατάλληλη επεξεργασία που περιλαμβάνει καθαρισμό, θέρμανση ή ψύξη, ύγρανση ή

αφύγρυνση. Οι παραπάνω επεξεργασίες του αέρα, είναι δυνατόν να συμβαίνουν στο σύνολο ή μερικά, ανάλογα με τις ανάγκες.

Κλίμα χαρακτηρίζεται το σύνολο μιας σειράς περιβαλλοντικών στοιχείων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα και η κατεύθυνση μετακίνησης του αέρα, η σύνθεση του αέρα (αναλογία αερίων, παρουσία προσμείξεων και ατμών αλλά και στερεών ή υγρών αιωρημάτων).

Ύγρανση είναι η διεργασία πρόσθεσης νερού (υγρασίας) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την άνοδο της σχετικής υγρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα όρια.

Αφύγρυνση αντίστοιχα είναι η διεργασία αφαίρεσης νερού (υγρασίας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της σχετικής υγρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα όρια.



Εικόνα 1.3: Εγκατεστημένοι αεραγωγοί σε βιομηχανικό κτίριο⁷

Φυσικός αερισμός. Είναι η διεργασία με την οποία προστίθεται φρέσκος εξωτερικός αέρας (αέρας του φυσικού περιβάλλοντος), με φυσικό τρόπο στον αέρα του χώρου με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στα επιθυμητά όρια.

Τεχνητός αερισμός είναι η διαδικασία εξαναγκασμένης αντικατάστασης του αέρα ενός κλειστού χώρου. Κατά τη διαδικασία αυτή απάγεται συνεχώς ένα ποσοστό του αέρα του χώρου και αντικαθίσταται από νωπό αέρα που λαμβάνεται από το εξωτερικό περιβάλλον. Και έχουμε:

- **Ανανέωση του αέρα:** είναι η διεργασία λήψης εξωτερικού αέρα και απόρριψης αέρα από τους χώρους του κτιρίου, με σκοπό την αραίωση των αερίων

προσμίξεων του αέρα και την εξασφάλιση της απαραίτητης ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

- Καθαρισμός του αέρα: είναι η διεργασία αφαίρεσης των σωματιδιακών και βιολογικών προσμίξεων του αέρα με σκοπό τη βελτίωση και τη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Ο εσωτερικός αέρας διέρχεται από διατάξεις φίλτρων και φιλτράρεται (καθαρίζεται). Τα φίλτρα συγκρατούν ποσότητες σωματιδίων και οσμών και στη συνέχεια ο αέρας επανακυκλοφορεί στους εσωτερικούς χώρους με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητάς του στα επιθυμητά όρια.
- Εξαερισμός. Είναι η διεργασία με την οποία αφαιρείται ποσότητα εσωτερικού αέρα με σκοπό την απομάκρυνση σωματιδίων, οσμών και ρύπων. Η ποσότητα αυτή αναπληρώνεται από το σύστημα αερισμού.

Η διαφορά του όρου Κλιματισμός από αυτόν της Ψύξης είναι ότι στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων εκτός από την ψύξη των χώρων που επιτυγχάνουμε κάνουμε ταυτόχρονα και επεξεργασία του αέρα έτσι ώστε να ελέγξουμε την υγρασία και την καθαρότητα αυτού. Δηλαδή μια εγκατάσταση κλιματισμού μας προσφέρει τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητας αέρα στους χώρους του κτιρίου. Ενώ σε μια εγκατάσταση ψύξης επιτυγχάνουμε μόνο τον έλεγχο της θερμοκρασίας των χώρων.⁸

Ένα σύστημα θέρμανσης σχεδιάζεται για να προσθέτει θερμική ενέργεια σε ένα χώρο, έτσι ώστε να διατηρείται η επιλεγμένη θερμοκρασία αέρα, η οποία ειδήλως δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί επειδή η θερμότητα ρέει προς το εξωτερικό περιβάλλον (απώλεια θερμότητας). Ένα σύστημα αερισμού έχει ως σκοπό να τροφοδοτεί ένα χώρο με νωπό αέρα. Τα συστήματα αερισμού μπορούν, και σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει, να γίνεται χρήση τους για να βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα και κατ' αυτόν τον τρόπο, την κλιματική άνεση. Ένα σύστημα ψύξης σχεδιάζεται για να μεταφερθεί η θερμική ενέργεια από ένα χώρο και να μεταβεί σε κάποιον άλλο. Αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται λόγω ότι η θερμοκρασία του αέρα είναι σημαντικό να διατηρείται, σε χαμηλότερο βαθμό συγκριτικά με αυτόν που, αλλιώς, θα επικρατούσε εξαιτίας της αναπόφευκτης ροής θερμότητας τόσο από τις εσωτερικές πηγές της όπως είναι τα φορτία από ανθρώπους ή συσκευές, όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό ενός χώρου (κέρδος θερμότητας).

Ένα σύστημα κλιματισμού, σύμφωνα με τον ορισμό της ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία των Μηχανικών Θέρμανσης, Κατάψυξης και Κλιματισμού), είναι μία συνάθροιση συνιστωσών, με μια καθορισμένη δομή και λειτουργία, που πρέπει να εκπληρώνει τέσσερις στόχους ταυτόχρονα. Αυτοί οι στόχοι είναι ο έλεγχος: της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της κυκλοφορίας και της ποιότητας του αέρα.⁹

1.3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η συνθήκη για την πλήρη κλιματική άνεση, λαμβάνει ως βασικές παραμέτρους τη θερμοκρασία και υγρασία των χώρων, την καθαρότητα, τον τρόπο και την ταχύτητα

κινήσεως του αέρα και την ένταση των θορύβων. Σε κάθε κτιριακή εγκατάσταση οι επιλογές των κλιματιστικών συστημάτων πρέπει να συνδυάζουν μια σειρά από ανάγκες και επιθυμίες των χρηστών, με τις εφικτές τεχνολογικές λύσεις, τα οικονομικά κριτήρια, την αναγκαία λειτουργικότητα, καθώς επίσης την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων που χρησιμοποιούν τα κτίρια και χειρίζονται τον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων¹⁰. Το κλίμα ενός χώρου επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Το εξωτερικό περιβάλλον
- Τα κατασκευαστικά δεδομένα (εσωτερικό περιβάλλον)
- Η χρήση του χώρου

Το εξωτερικό περιβάλλον που παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές, τόσο εποχικά όσο και στην διάρκεια ενός 24ώρου, σε παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός, η ταχύτητα και η κατεύθυνση ροής του αέρα, οι ακτινοβολίες (ηλιακή, κοσμική κλπ.) κ.α. Σημαντικός είναι επίσης και ο προσανατολισμός του χώρου καθώς και η θέση του ως προς τους άνεμους. Επίσης πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη και παράγοντες που σχετίζονται με θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της τεχνολογίας όπως η κακή ποιότητα του αέρα των πόλεων, η αυξημένη ρύπανση από εργοστάσια ή από την κυκλοφορία των οχημάτων κλπ.



Εικόνα 1.4: Μονάδα αερόψυξης σε ταράτσα επαγγελματικού κτιρίου

1.3.1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Τα κατασκευαστικά δεδομένα του κελύφους σχετίζονται με την ποιότητα και την θερμομονωτική, θερμοαπορροφητική, θερμοσυσσωρευτική και ηχομονωτική ικανότητα των τοιχωμάτων και των κουφωμάτων, την προσπίπτουσα άμεση ή έμμεση ηλιακή ακτινοβολία, την ύπαρξη διόδων κυκλοφορίας αέριων ρευμάτων κλπ. Το 'περιεχόμενο' του χώρου σε ζωντανούς οργανισμούς καθώς και υλικά, συσκευές και εξοπλισμό είναι ουσιώδους σημασίας. Η παρουσία ανθρώπων επιβαρύνει τον χώρο με θερμικά φόρτια, υγρασία, οσμές κλπ. Ομοίως ο εξοπλισμός του χώρου

όπως φωτισμός, συσκευές, μηχανήματα και παραγωγικές μονάδες είναι καθοριστικός παράγοντας στην διαμόρφωση του επιθυμητού κλίματος του χώρου.

Η χρήση του χώρου είναι επίσης καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή των επιθυμητών συνθηκών του κλίματος καθώς στην ποσοτική εκτίμηση των φορτίων που πρέπει να καλύψει η εγκατάσταση του κλιματισμού.

Τέλος πρέπει να τονισθεί ότι η ανάγκη της εξασφάλισης επαρκούς και δεδομένης ποιότητας αέρα που επιτυγχανόταν παλαιότερα (στα συνήθη τουλάχιστον κτίρια κατοικιών και εργασίας) με φυσικό αερισμό μέσω των χαραμάδων και των ανοιγμάτων, δεν ισχύει σήμερα. Αντίθετα σε υπόγειους ή κλειστούς κλιματιζόμενους χώρους όπου επιδιώκεται η μείωση του εισερχομένου αέρα μέσω χαραμάδων και ανοιγμάτων, η μελέτη κλιματισμού πρέπει να αντιμετωπίσει με προσοχή το πρόβλημα της ανανέωσης του αέρα (με νωπό αέρα από το περιβάλλον) ή της τεχνητής βελτίωσης του.

1.3.2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Ο όρος εξωτερικό κλίμα, αναφέρεται στο σύνολο των φυσικών και τεχνητών περιβαλλοντικών στοιχείων της περιοχής γύρω από ένα κτίριο. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν σε μεγάλο ή μικρότερο βαθμό το κλίμα των εσωτερικών χώρων. Κάθε κτίσμα που προορίζεται για ανθρώπινη χρήση, πρέπει να βρίσκεται σε αρμονική σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο και να μπορεί να προσαρμόζεται με ευελιξία και λειτουργικότητα στις εκάστοτε καιρικές μεταβολές ή άλλες εξωτερικές επιδράσεις. Οι ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες της θερινής και χειμερινής περιόδου, η υγρασία, η ένταση των ανέμων, η ηλιοφάνεια της περιοχής, η πιθανή εμφάνιση περιόδων καύσωνα και παγετού, είναι απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να λάβουν σοβαρά υπόψη τους οι μελετητές.

Ο υπολογισμός μιας εγκατάστασης κλιματισμού ξεκινά από τον καθορισμό των κλιματολογικών στοιχείων της περιοχής, στην οποία βρίσκεται το κτίριο ή ο χώρος που θα εγκατασταθεί το σύστημα κλιματισμού. Οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους και χειμώνα για την Ελλάδα περιέχονται σε κεφάλαιο Τεχνικών Οδηγιών του Τ.Ε.Ε. Η οδηγία περιλαμβάνει στοιχεία από πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλη τη χώρα. Σε περίπτωση που το κτίριο το οποίο μελετάται δεν βρίσκεται κοντά σε ένα σταθμό μέτρησης, οι τιμές σχεδιασμού εκτιμώνται από τις τιμές του πλησιέστερου γεωγραφικά ή κλιματολογικά σταθμού. Η κατασκευαστική διαμόρφωση του κελύφους κάθε κτιρίου, εξαρτάται κατά σημαντικό ποσοστό, από τον συσχετισμό της επιθυμητής κατάστασης θερμοκρασίας, υγρασίας, ρευμάτων αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου και του εξωτερικού κλίματος.

Αν ληφθεί υπόψη ότι το κτίριο δέχεται τις επιδράσεις του φυσικού και τεχνητού περιβάλλοντος θα πρέπει να μπορεί να δεχτεί επιδράσεις όπως:

- Θερμική ακτινοβολία του ήλιου (άμεση και έμμεση)
- Άλλες ηλιακές ακτινοβολίες
- Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας (και νύκτας) και κατά την αλλαγή των εποχών
- Επίδραση βροχής, υγρασίας, παγετού, ανέμων
- Σκόνη και καυστικές προσμείξεις που περιέχονται στον αέρα και τη βροχή και προέρχονται από απόβλητα ή καυσαέρια γειτονικών οικιακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων

- Κραδασμοί και θόρυβος από την κυκλοφορία οχημάτων ή εργασία μηχανημάτων ή δραστηριότητα βιομηχανικών ή βιοτεχνικών μονάδων

Η αβεβαιότητα που παρουσιάζουν οι κλιματικές συνθήκες, επιβάλλει στους μελετητές να βασίζονται σε στατιστικά στοιχεία, που συγκεντρώνονται και αξιολογούνται κατάλληλα για κάθε περιοχή.

Είναι φανερό πως η αναγκαιότητα παθητικής προστασίας του εσωτερικού κλίματος είναι πιο έντονη όσο περισσότερο αντίξοες είναι οι περιβαλλοντολογικές και κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής

1.3.3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ

Σύμφωνα με την Αμερικανική Ένωση Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες. Όπως είναι προφανές, η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα έχει υποκειμενικό χαρακτήρα. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο άτομο τη δυσαρέσκειά του. Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων, από τους οποίους καθορίζεται ξεχωριστά για κάθε άτομο.¹¹

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης ή ευεξίας εξασφαλίζεται όταν η θερμότητα που παράγεται από τον ανθρώπινο οργανισμό διαχέεται στο περιβάλλον με την ίδια ταχύτητα με την οποία παράγεται. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μια σταθερή θερμική ισορροπία ανάμεσα στον άνθρωπο και το περιβάλλον του και δεν παρουσιάζονται φαινόμενα που οφείλονται σε έλλειψη συνθηκών άνεσης όπως η εφίδρωση και το ρίγος.

Η άνεση που αναφέρεται σε ανθρώπους εμπεριέχει πολλά υποκειμενικά στοιχεία. Μπορούμε να διακρίνουμε ανάμεσα στις ιδανικές, επιθυμητές και εφικτές συνθήκες ανέσεως.

- Ιδανικές συνθήκες ανέσεως είναι εκείνες που ικανοποιούν κατά άριστο τρόπο το σύνολο των κλιματικών απαιτήσεων του χώρου και προσαρμόζονται κατά ιδανικό τρόπο στις επιθυμίες και τους στόχους των χρηστών.
- Επιθυμητές είναι οι συνθήκες ανέσεως που επιλέγονται για ένα χώρο και προσεγγίζουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις ιδανικές συνθήκες ανέσεως, χωρίς όμως να παραγνωρίζουν λογικούς παράγοντες κόστους και τεχνολογικών δυνατοτήτων.
- Εφικτές είναι οι τελικές συνθήκες περιβάλλοντος που επιτυγχάνονται από μια συγκεκριμένη εγκατάσταση, που λειτουργεί με αποδεκτά τεχνοοικονομικά δεδομένα, σε συγκεκριμένες - πραγματικές συνθήκες εξωτερικών συνθηκών.

Δηλαδή για κάθε χώρο μπορούν να προσδιοριστούν κάποιες ιδανικές συνθήκες ανέσεως, που θα προσαρμοστούν ρεαλιστικά για να προκύψουν οι επιθυμητές. Οι

επιθυμητές συνθήκες ανέσεως θα αποτελέσουν την αφετηρία όλων των τεχνικών υπολογισμών σε συνδυασμό με τις πιθανές μέσες δυσμενέστερες τιμές των εξωτερικών συνθηκών. Η τελική κλιματιστική εγκατάσταση σε κάθε στιγμή της πραγματικής λειτουργίας της θα διαμορφώνει μια πραγματική - εφικτή κατάσταση εσωτερικών συνθηκών. Οι παράμετροι που συντελούν στη διαμόρφωση των συνθηκών θερμικής άνεσης και που μπορούν να ρυθμιστούν από ένα σύστημα κλιματισμού είναι:

- Η θερμοκρασία του αέρα του χώρου
- Η θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο
- Η υγρασία του αέρα του χώρου
- Η κίνηση του αέρα στο χώρο
- Η ανανέωση του αέρα
- Η καθαρότητα του αέρα του χώρου

Οι παραπάνω παράμετροι έχουν να κάνουν περισσότερο με την υγιεινή του αέρα, βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση μεταξύ τους και δημιουργούν συνθήκες άνεσης όταν βρίσκονται σε ισορροπία και έχουν ορισμένες τιμές. Εκτός των παραπάνω στη δημιουργία αισθήματος ευεξίας συμβάλλουν και οι ακόλουθοι παράγοντες :

- Ο θόρυβος και οι κραδασμοί
- Η ηλεκτρική ακτινοβολία
- Η ραδιενέργεια
- Ο φωτισμός

1.3.3.1. Η θερμοκρασία του αέρα του χώρου

Για το κλίμα της Ελλάδας και άνθρωπο ντυμένο, καθιστό και χωρίς σωματική δραστηριότητα , οι υγιεινολόγοι θεωρούν ως πιο ευνοϊκή θερμοκρασία τον μεν χειμώνα τους 20 έως 21 °C , το δε καλοκαίρι τους 23 έως 26 °C. Σε χώρους που θερμαίνονται με αέρα, η θερμοκρασία που θεωρείται κατάλληλη για το χειμώνα είναι 22 °C . Αυτό συμβαίνει γιατί η κίνηση του αέρα δημιουργεί μια πρόσθετη ψύξη που πρέπει να ισοσταθμιστεί από μια υψηλότερη θερμοκρασία. Σημαντικό στοιχείο είναι η ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας σ' ένα χώρο. Γενικά δεν επιτρέπεται να εμφανίζεται σε χώρους που κλιματίζονται διαφορές από την ονομαστική τιμή της θερμοκρασίας μεγαλύτερες από $\pm 1,5$ °C. Για τις εφαρμογές του κλιματισμού συνήθως καθορίζεται:

- η επιθυμητή θερμοκρασία ξηρού βολβού (ξηρού θερμομέτρου) του αέρα του χώρου
- η ταυτόχρονη θερμοκρασία υγρού βολβού (υγρού θερμομέτρου) ή η σχετική υγρασία του αέρα
- το επιτρεπτό εύρος μεταβολής των τιμών αυτών.

Πολύ βασικό είναι πως η επιλογή των τιμών θερμοκρασίας, καθώς και υγρασίας πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε ούτε η θερμική άνεση να επιβαρύνεται, αλλά ούτε το κόστος να ανεβαίνει σημαντικά. Μεγάλες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στους χώρους το χειμώνα μπορούν να επιβαρύνουν σημαντικά τόσο το κόστος εγκατάστασης, όσο και το κόστος λειτουργίας των συστημάτων κλιματισμού.

Το ίδιο αποτέλεσμα έχει συνήθως και η επιλογή χαμηλών τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

1.3.3.2. Η θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο

Έχει διαπιστωθεί, ότι κατά τη διαδικασία της θέρμανσης ή του δροσισμού, την αίσθηση της κλιματικής άνεσεως επηρεάζει σημαντικά όχι μόνο η θερμοκρασία του αέρα αλλά και των στερεών τοιχωμάτων, επίπλων και γενικά των στερεών αντικειμένων του χώρου. Από πειράματα προκύπτει ότι σε ένα χώρο με ψυχρά τοιχώματα, αισθάνεται κανείς μια θερμοκρασία αέρος ακόμα και 24 °C σαν πολύ χαμηλή, ενώ σε ένα άλλο χώρο με θερμές επιφάνειες τοιχωμάτων είναι ικανοποιητική θερμοκρασία αέρος 18 °C, ή ακόμη και 16 °C. Εμπειρικά μπορεί να γίνει δεκτό ότι για να υπάρχει το αίσθημα της θερμικής άνεσεως, θα πρέπει το άθροισμα των θερμοκρασιών αέρα και τοιχωμάτων να δίνει 36 °C.

Η μειωμένη ή αυξημένη θερμοκρασία των τοιχωμάτων σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα, παρατηρείται συνήθως κατά την έναρξη της διαδικασίας θέρμανσης ή δροσισμού. Μετά την πάροδο κάποιου χρόνου, ανάλογα με την ποιότητα του συστήματος αποκαθίσταται θερμική ισορροπία και επομένως το φαινόμενο που εξετάζεται δεν ενδιαφέρει ιδιαίτερα για χώρους οι οποίοι συνεχώς ή σχεδόν συνεχώς κλιματίζονται. Παρουσιάζει όμως μεγάλο ενδιαφέρον για χώρους ή κτίρια με περιοδική θέρμανση. Ο αέρας, σαν μέσο μεταφοράς θερμότητας, έχει πολύ μικρή ικανότητα αν και προσφέρει καλύτερη ομοιομορφία στην κατανομή. Είναι δυνατόν η θερμοκρασία του αέρα του χώρου να φτάσει σε επιθυμητά επίπεδα αρκετά γρήγορα, αλλά τα τοιχώματα του χώρου να διατηρούν χαμηλή θερμοκρασία για αρκετό χρονικό διάστημα. Κατασκευαστικά μπορεί να βελτιωθεί η εξωτερική θερμομόνωση με πολλούς τρόπους:

- Με επενδύσεις και κρεμαστές οροφές από πλάκες ελαφρού θερμομονωτικού υλικού. Χρειάζεται να δίνεται προσοχή στον κίνδυνο πυρκαγιάς για υλικά οργανικής σύνθεσης, και στη σύνθεση των ανόργανων να μη περιέχονται ίνες αμιάντου. Η δαπάνη επενδύσεων που εξασφαλίζουν τις δύο αυτές προϋποθέσεις είναι σημαντική και δε φαίνεται πως μπορεί να αποσβεσθεί από την οικονομία ενέργειας που προκύπτει.
- Η επικόλληση υφασμάτων με πέλος (μοκέτας) είναι πολύ αποτελεσματική λύση, γιατί οι ίνες του πέλους φτάνουν πολύ γρήγορα στη θερμοκρασία του αέρα.
- Με εφαρμογή στους τοίχους και οροφές θερμομονωτικών επιχρισμάτων (π.χ. περλίτη).

Η εφαρμογή επιχρισμάτων από ασβεστοσιμεντοκονίαμα περλίτη, σε όλους τους τοίχους και οροφές συνηθισμένου κτιρίου γραφείων με εσωτερικούς τοίχους από πλινθοδομή και πατώματα από συμπαγείς πλάκες μπετόν, μπορεί να δώσει οικονομία ενέργειας θέρμανσης ή κλιματισμού από 2% μέχρι 4 %, σε σύγκριση με το ίδιο κτίριο όπου τα επιχρίσματα είναι με συνήθη άμμο. Σε σπίτια με περιοδική θέρμανση, είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθεί για τις πρώτες ώρες χρήσης, θερμοκρασία αέρος που να αντισταθμίζει την ' ψυχρή ακτινοβολία' των παγωμένων

κτιστών τοίχων και πλακών μπετόν, αν δεν υπάρχει επένδυση με ελαφρό υλικό ή επίχρισμα περλίτη.

1.3.3.3. Η υγρασία του αέρα του χώρου

Η υγρασία η οποία περιέχεται με τη μορφή υδρατμών στον αέρα του χώρου είναι μία από τις βασικές παραμέτρους των συνθηκών κλιματικής άνεσης. Χαμηλά ποσοστά υγρασίας δίδουν μια ενοχλητική αίσθηση και επιτείνουν την αίσθηση του ανθρώπινου ψύχους γιατί δημιουργείται η τάση εξατμίσεως της υγρασίας του ανθρώπινου σώματος (ιδρώτας, σίελος κ.α.). Ακόμη, η χαμηλή υγρασία αυξάνει τα ηλεκτροστατικά φαινόμενα (εμφάνιση και συσσώρευση επιφανειακών ηλεκτροστατικών φορτίων και ιδιαίτερα ενοχλητική συγκέντρωση σκόνης) στα περισσότερα συνθετικά υλικά (γενικά τους μονωτές) τα οποία χρησιμοποιούνται - ευρύτατα στην εσωτερική διαμόρφωση και επίπλωση του χώρου (κουφώματα, τραπέζια, κ.α.).

Η υψηλή υγρασία μειώνει τη διεργασία του φυσικού δροσισμού του δέρματος, επιβραδύνοντας την εξάτμιση του ιδρώτα, οπότε δημιουργείται αίσθηση υψηλότερης θερμοκρασίας από την πραγματική. Σε γενικές γραμμές τα επιθυμητά όρια μεταβολής της σχετικής υγρασίας είναι από 40 μέχρι και 70%. Ιδιαίτερα ενοχλητική είναι η εμφάνιση ανεπιθύμητων συμπυκνωμάτων σε στερεές επιφάνειες του χώρου, όταν η επιφάνεια αυτών των στερεών βρεθεί σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τη θερμοκρασία δρόσου του χώρου (π.χ. τζάμια παραθύρων θερμαινόμενου χώρου τον χειμώνα).

Όταν είναι σταθερή η θερμοκρασία του χώρου, η θερμοκρασία δρόσου αυξάνεται παράλληλα με την αύξηση της σχετικής υγρασίας του αέρα. Η υγρασία μπορεί να προκαλέσει την παραμόρφωση διαφόρων ευαίσθητων υλικών, την αλλοίωση τροφίμων και υγροσκοπικών ουσιών και ακόμη μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στη δομική κατασκευή. Σε ειδικές εφαρμογές κλιματισμού (καταστήματα πωλήσεως υγροσκοπικών προϊόντων ή τροφίμων χωρίς προστατευτική συσκευασία, σε μουσεία, βιβλιοθήκες, αποθηκευτικούς και παραγωγικούς χώρους), η εμφάνιση υγρασίας μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Πρέπει επομένως να εξετάζονται με προσοχή οι πιθανές επιφανειακές θερμοκρασίες, σωμάτων τα οποία μπορεί να εμφανιστούν ως 'ψυχρά' σε σχέση με τη θερμοκρασία και υγρασία του χώρου.

1.3.3.4. Η κίνηση του αέρα

Η κίνηση του αέρα είναι απαραίτητη σε κάθε χώρο στον οποίο στεγάζονται άνθρωποι. Συντελεί στην ισοκατανομή των κλιματικών δεδομένων του χώρου και επιπλέον επιτρέπει να διαμορφώνονται ενιαίες συνθήκες εσωτερικού χώρου. Η προσπάθεια να θερμανθεί ή να δροσιστεί ένας χώρος δημιουργεί αρχικά περιοχές διαφορετικών κλιματικών δεδομένων. Κοντά στις πηγές θερμάνσεως ή δροσισμού, υπάρχει αρχικά μια σημαντική διαφοροποίηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Η κίνηση του αέρα θα αποκαταστήσει την αναγκαία και επιθυμητή ισορροπία, εφόσον η τοποθέτηση των συσκευών θερμάνσεως ή δροσισμού έχει γίνει στα κατάλληλα σημεία.

Στις περιπτώσεις θερμάνσεως ή δροσισμού με αέρα, η ταχύτητα ροής είναι αρκετά μεγαλύτερη, αφού προστίθενται στο χώρο κινούμενες μάζες αέρα που διαμορφώνουν συνθήκες άνεσης. Όταν στο χώρο περιλαμβάνονται μικρά ανοίγματα

ή χαραμάδες, που δεν επιτρέπουν τη ροή του αέρα από έξω προς τα μέσα και αντίστροφα, ή όταν στο χώρο υπάρχουν περιοχές με αισθητά διαφορετικές θερμοκρασίες, έχουμε έντονα ρεύματα αέρα.

Όταν η κίνηση του αέρα, ιδίως του ψυχρού, υπερβεί κάποιες τιμές, δημιουργείται σοβαρή ενόχληση στα άτομα του χώρου. Ο παραπάνω πίνακας (πίνακας 1.1) δίνει τις ενδεικνυόμενες ταχύτητες του αέρα στη ζώνη διαμονής των ατόμων κάθε χώρου, δηλαδή τη ζώνη ύψους από το δάπεδο μέχρι 2m περίπου.

1.3.3.5. Η ανανέωση του αέρα

Με τον τεχνητό αερισμό επιτυγχάνεται η ανανέωση του αέρα σε κλειστούς χώρους. Για αυτή την ανανέωση χρησιμοποιείται νωπός αέρας από το περιβάλλον, αφού πρώτα βελτιωθεί η ποιότητά του. Διακρίνουμε δύο διαδικασίες αερισμού.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ(m/s)	ΕΠΙΔΡΑΣΗ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ
0-0,08	Παράπονα για έλλειψη κίνησης του αέρα	Καμία
0,125	Ιδανική κατάσταση	Για όλες τις εφαρμογές
0,125-0,26	Πολύ ικανοποιητική κατάσταση αλλά η ταχύτητα των 0,25 m/s πλησιάζει τη μέγιστη επιτρεπόμενη για άτομα που κάθονται.	Για όλες τις εφαρμογές
0,325	Όχι ικανοποιητική για γραφειακούς χώρους. Ο αέρας παρασύρει ελαφριά χαρτιά από τα γραφεία.	
0,375	Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για άτομα που κινούνται	Εμπορία καταστήματα
0,375-1,5	Επιτρεπόμενη μόνο για βιομηχανικές εφαρμογές	

Πίνακας 1.1. Ενδεικνυόμενες ταχύτητες του αέρα κλειστών χώρων¹²

- Κατά τη μία παραλαμβάνουμε (ωθούμε προς τα έξω) αέρα από τον χώρο, δημιουργώντας υποπίεση και νωπός αέρας εισρέει από το φυσικό περιβάλλον στο χώρο και αναμιγνύεται με αυτόν που υπάρχει βελτιώνοντας την ποιότητά του. Με τη μέθοδο της υποπίεσης δεν μπορεί να γίνει καμιά επεξεργασία του αέρα, έτσι βασιζόμαστε στην ποιότητα του εξωτερικού αέρα.
- Η δεύτερη διαδικασία βασίζεται στην προσαγωγή αέρα στο χώρο με κάποια πίεση, οπότε από τα ανοίγματα απομακρύνεται ο μολυσμένος, ή ακόμα καλύτερα με πρόσθετο κύκλωμα παραλαβής απομακρύνεται τεχνητά, μέρος του αέρα του χώρου.

Η παροχή νωπού αέρα σε ένα χώρο είναι αναγκαία για την ανανέωση του οξυγόνου και την αραίωση οσμών, καπνού από κάπνισμα και διοξειδίου του άνθρακα που παράγουν οι άνθρωποι.

Η απαραίτητη ποσότητα νωπού αέρα για τον παραπάνω σκοπό είναι σκόπιμο να ανάγεται σε παροχή αέρα ανά άτομο και εξαρτάται από τη πυκνότητα των ατόμων μέσα στο χώρο και από το είδος της δραστηριότητας που κάνουν. Η ποσότητα και η κατανομή νωπού αέρα στους διάφορους χώρους ενός κτιρίου πρέπει να συνεκτιμώνται και με τη φυσική διείδυση νωπού αέρα από τα εξωτερικά ανοίγματα του κτιρίου.

Σε πολλές περιπτώσεις ο προσδιορισμός της ποσότητας του αέρα που πρέπει να παρέχει το σύστημα κλιματισμού γίνεται με κριτήριο την ωριαία εναλλαγή του αέρα του χώρου. Το κριτήριο όμως αυτό δίνει μεγάλα όρια διακύμανσης για τις ωριαίες εναλλαγές του αέρα και δεν εξασφαλίζει πάντοτε την οικονομικότητα της λειτουργίας της εγκατάστασης.

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΩΡΙΑΙΑ ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΑΕΡΑ
Λουτρά	5-8 φορές
Βιβλιοθήκες	4-5 φορές
Γραφεία	4-8 φορές
Χώροι Επισκεπτών	5-10 φορές
Αμφιθέατρα	8-10 φορές
Αποδυτήρια	8-10 φορές
Χώροι Συγκεντρώσεων	5-10 φορές
Αίθουσες Χειρουργών	15-20 φορές

Πίνακας 1.2. Ωριαίες εναλλαγές αέρα για τα διάφορα είδη χώρων[37]

Σε ειδικές περιπτώσεις αερισμού (γκαραζ, βαφεία, εργοστάσια) ο υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας νωπού αέρα γίνεται σύμφωνα με τις μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις επιβλαβών ουσιών, που παράγονται σε αυτούς τους χώρους.

1.3.3.6. Η καθαρότητα του αέρα

Ένα σύστημα αερισμού ή κλιματισμού πρέπει να καθαρίζει τον αέρα των χώρων που εξυπηρετεί. Αυτό γίνεται με την προσαγωγή νωπού αέρα, με την τοπική απόρριψη μολυσμένου αέρα, κλπ. Πολλές φορές μπορεί να απαιτούνται ειδικά φίλτρα για την αφαίρεση από τον αέρα του χώρου, των ρύπων ή των οσμών κατά το στάδιο της ανακυκλοφορίας του. Ο νωπός αέρας τις περισσότερες φορές μπορεί να χρειάζεται φιλτράρισμα πριν εισαχθεί στο χώρο.

Οι ρυπάνσεις του αέρα μπορεί να οφείλονται στην παρουσία άλλων αερίων συστατικών του σε αλλοιωμένη σύνθεση, σε σκόνες (δηλαδή μικρού μεγέθους στερεά εκκρίματα), σε μικροοργανισμούς διαφόρων μεγεθών τόσο –μικρών διαστάσεων ώστε να συμπαρασύρονται από αέρια ρεύματα, οσμές που είναι οργανικές ενώσεις

που προκύπτουν από φυσικές ή χημικές δραστηριότητες, αναθυμιάσεις, εξατμίσεις, ατελείς καύσεις κ.α.

Σκόνη και ρύποι μπορεί να παράγονται και μέσα στο χώρο από τη δραστηριότητα των ατόμων ή από μηχανές και συσκευές. Η αφαίρεση των στερεών σωματιδίων από τον αέρα επιτυγχάνεται με φίλτρα διαφόρων τύπων και αποδόσεων. Η επιλογή του τύπου, της απόδοσης και του αριθμού βαθμίδων των φίλτρων εξαρτάται από την απαιτούμενη καθαρότητα του αέρα και είναι πρόβλημα τεχνοοικονομικής ανάλυσης. Η συνολική απόδοση ενός φιλτραρίσματος καθορίζεται από διάφορα πρότυπα, είναι πάντα ένας διψήφιος αριθμός επί τοις εκατό (%) και αποτελεί δεδομένο της μελέτης, ιδιαίτερα στις εφαρμογές ειδικού κλιματισμού.

Τα αέρια και οι οσμές μπορούν να αφαιρεθούν από τον αέρα με φυσικές και χημικές διεργασίες. Η αφαίρεση αυτή γίνεται απαραίτητη όταν ο αέρας του περιβάλλοντος είναι πολύ μολυσμένος. Η απόφαση για τη χρήση συσκευών αφαίρεσης αερίων και οσμών λαμβάνεται κυρίως με βάση οικονομικά κριτήρια λαμβάνοντας υπόψη και το όφελος που μπορεί να προκύψει από την αντίστοιχη μείωση του ποσοστού του νωπού αέρα που χρειάζεται να εισαχθεί στο κτίριο.

1.3.3.7. Ο θόρυβος και οι κραδασμοί

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός και ιδιαίτερα τα συστήματα κλιματισμού-αερισμού είναι μία από τις πηγές θορύβου στα κτίρια. Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού-αερισμού περιλαμβάνουν πολυάριθμες συσκευές, οι οποίες παράγουν θόρυβο και δημιουργούν κραδασμούς, που σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό μεταδίδονται στους εσωτερικούς χώρους και μπορούν να επηρεάζουν αρνητικά την άνεση των ανθρώπων.

Γενικά στις εγκαταστάσεις κλιματισμού θορύβους προκαλούν:

- Τα μηχανήματα της κεντρικής εγκατάστασης, δηλαδή τα ψυκτικά συγκροτήματα, οι λέβητες, οι ανεμιστήρες, οι κλιματιστικές μονάδες, οι αντλίες, οι πύργοι ψύξης κλπ., που μπορεί να είναι είτε εγκατεστημένα μέσα στο κτίριο είτε, ορισμένα από αυτά, εκτός του κτιρίου (π.χ. οι πύργοι ψύξης, οι ανεμιστήρες, οι αντλίες κλπ.)..
- Τα δίκτυα διανομής δηλαδή οι αεραγωγοί, οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματα τους. Θόρυβος από τα δίκτυα διανομής μπορεί να παράγεται λόγω της υψηλής ταχύτητας του αέρα στους αεραγωγούς, ιδιαίτερα στα διαφράγματα, ή λόγω διαρροών. Ακόμα λόγω ταλάντωσης των τοιχωμάτων των αεραγωγών και των σωληνώσεων. Λόγω τυρβώδους ροής στα plenum και στα εξαρτήματα αλλαγής κατεύθυνσης-διατομής και λόγω της μεγάλης ταχύτητας ροής στις σωληνώσεις.
- Οι φερτοί θόρυβοι οι οποίοι δεν πηγάζουν από τη συγκεκριμένη εγκατάσταση, αλλά μεταφέρονται στους χώρους με τη βοήθεια των αεραγωγών και των σωληνώσεων.
- Τα μηχανήματα και οι συσκευές της εγκατάστασης που λειτουργούν μέσα στους χώρους όπως οι τερματικές μονάδες επαγωγής ή τα fan coils, τα

κιβώτια ανάμιξης και διανομής υψηλής ταχύτητας, οι αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, τα στόμια αέρα κλπ.

Οι θόρυβοι που σχετίζονται με την εγκατάσταση, αλλά και όσοι μεταφέρονται στους χώρους προερχόμενοι από άλλες, αιτίες, είναι σοβαρές πηγές ενόχλησης και πρέπει έγκαιρα να αντιμετωπιστούν από τον μελετητή και τον εγκαταστάτη. Οι θόρυβοι που παράγονται από τη λειτουργία της εγκατάστασης, πρέπει να εξεταστούν μεν όχι μόνο σαν αυτοτελείς πηγές θορύβου, αλλά και σε συνδυασμό με τη συνολική επιβάρυνση η οποία δημιουργείται στους χώρους από τη συμβολή εσωτερικών και εξωτερικών θορύβων.

Τα προβλήματα θορύβου αντιμετωπίζονται με προσεκτική επιλογή και διαστασιολόγηση της εγκατάστασης και κατάλληλο σχεδιασμό για απομόνωση ή απορρόφηση των θορύβων. Συνήθως στον κλιματισμό εφαρμόζονται τρεις βασικές τεχνικές ελέγχου του θορύβου :

- Επεμβάσεις στην πηγή του θορύβου
- Επεμβάσεις στις οδούς μετάδοσης του θορύβου
- Επεμβάσεις στο χώρο

Ο καθορισμός επιτρεπόμενων σταθμών ηχητικής ισχύος του παραγόμενου από τα μηχανήματα θορύβου, πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία των κατασκευαστών που διαθέτουν μηχανήματα στην αγορά, σε συνδυασμό με την αξιοπιστία τους και τα πιστοποιητικά που διαθέτουν ¹³.

1.4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι εφαρμογές στα συστήματα κλιματισμού μπορούν να διακριθούν:

Στον κλασσικό κλιματισμό “άνεσης”, που συνήθως απασχολεί τους μελετητές μηχανικούς, και όπου το κέντρο του ενδιαφέροντος είναι ο άνθρωπος. Οι εγκαταστάσεις αυτές χρησιμεύουν για τη δημιουργία συνθηκών ευεξίας σε χώρους παραμονής κάθε είδους όπως κτίρια γραφείων, κατοικίες, αίθουσες συγκεντρώσεων, θέατρα, χώρους πώλησης κλπ. Στον βιομηχανικό κλιματισμό, ο οποίος προορίζεται για την εξυπηρέτηση στόχων της βιοτεχνίας, της βιομηχανίας και γενικότερα παραγωγικών ή εργασιακών χώρων. Οι εγκαταστάσεις βιομηχανικού κλιματισμού έχουν ως στόχο τον άνθρωπο (προστασία της υγείας των εργαζομένων), ή την παραγωγική διαδικασία (δημιουργία ειδικού περιβάλλοντος που ευνοεί κάποια χημική ή βιολογική εξέλιξη ή κάποια μηχανική κατεργασία) ή και τα δύο (βελτίωση της παραγωγικότητας ανθρώπων και μηχανών. Στον κλιματισμό ειδικών εφαρμογών, που έχει ως στόχο να εξυπηρετεί τις ανάγκες και τις υψηλές απαιτήσεις νοσηλευτηρίων, χειρουργικών χώρων, εργαστηριακών ερευνών, ειδικών κατεργασιών κλπ. Οι εγκαταστάσεις αυτές εξασφαλίζουν ιδιαίτερες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας καθώς και πολύ υψηλές απαιτήσεις καθαρότητας του αέρα, ώστε να εξασφαλίζεται ο έλεγχος της περιεκτικότητας των αιωρούμενων σωματιδίων, των μικροβίων, των βακτηριδίων και των διαφόρων άλλων μικροοργανισμών στον αέρα.¹⁴

1.5. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στην Ευρώπη ο κτιριακός τομέας απορροφά περίπου το 40% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στην χώρα μας, η τελική κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια του τριτογενή και του οικιακού τομέα αντιπροσωπεύει περίπου το 30% του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας. Η Ενέργεια που καταναλώνεται στα κτίρια χρησιμοποιείται και για τη θέρμανση-ψύξη εκτός από τον φωτισμό και τις άλλες συσκευές ή μηχανήματα του κτηρίου.



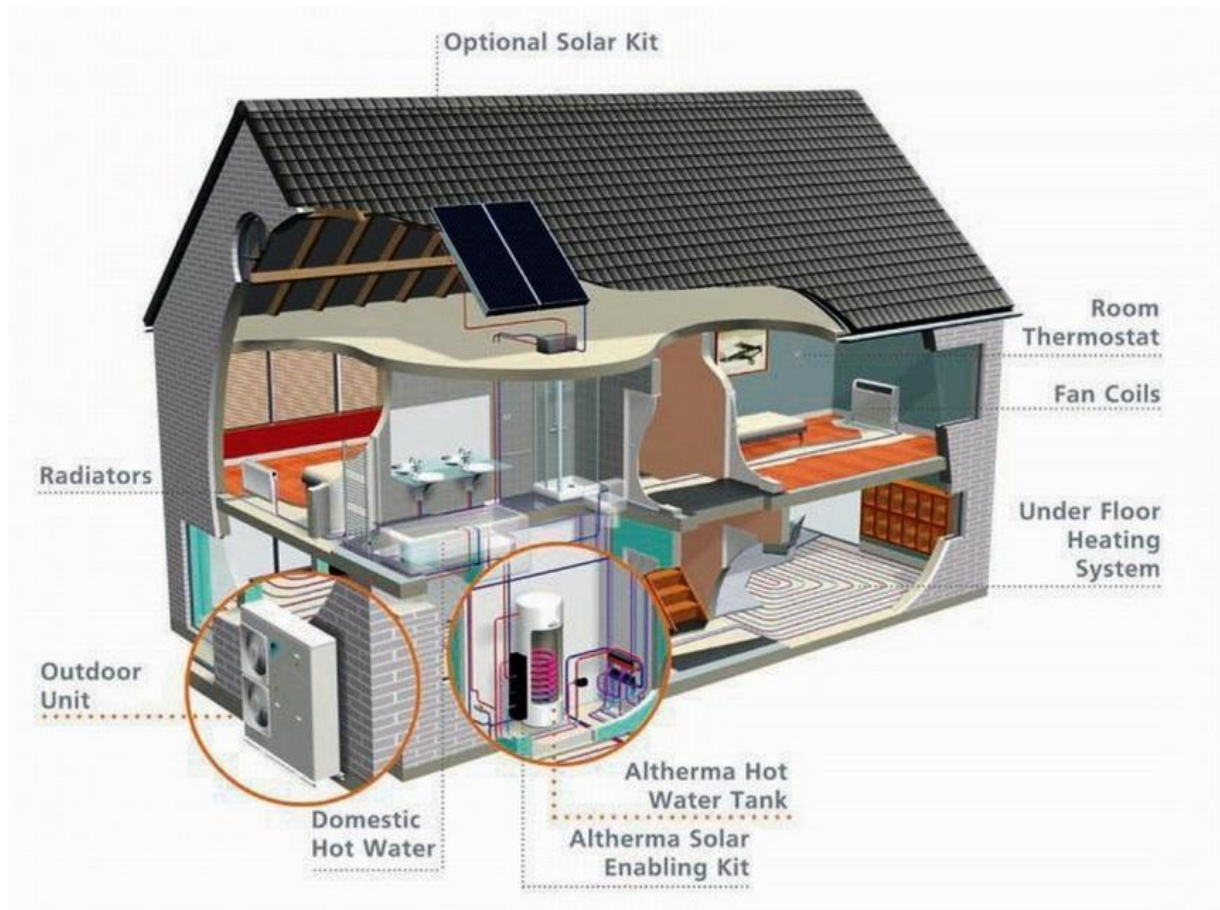
Εικόνα 1.5: Εφαρμογή ενεργειακής αναβάθμισης¹⁵

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και θερινό κλιματισμό εξαρτάται από τον τύπο του κτιρίου, από τις κλιματολογικές συνθήκες του τόπου, από τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου, από τις συσκευές και τα υπόλοιπα ηλεκτρομηχανολογικά εξαρτήματα, αλλά σε σημαντικό βαθμό και από την συμπεριφορά των χρηστών. Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι από το σύνολο των κτιρίων της Ελλάδας, τα κτίρια κατοικιών αποτελούν το 73% (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία).

Η θέρμανση των χώρων στα κτίρια κατοικιών αντιστοιχεί στο 61% της συνολικής κατανάλωσης και ο δροσισμός στο 2%, με το ποσοστό αυτό συνεχώς να αυξάνεται. Στα υπόλοιπα κτίρια του τριτογενή τομέα η θέρμανση αντιστοιχεί στο 52% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ ο θερινός κλιματισμός στο 17%.

Τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση ενθαρρύνει την ορθολογική χρήση της ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό με τη θέσπιση νέων νόμων και πιο αυστηρών προδιαγραφών. Με βελτιωμένη θερμομόνωση των κτιρίων, τον βιοκλιματικό

σχεδιασμό, παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τον δροσισμό με φυσικό τρόπο, τη χρήση συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού με μεγαλύτερη απόδοση, την εφαρμογή προηγμένων μεθόδων ελέγχου των συστημάτων, την σωστή συντήρηση σε τακτά χρονικά διαστήματα, μπορεί να εξοικονομηθούν σημαντικά ποσά ενέργειας.



Εικόνα 1.6: Κατοικία που χρησιμοποιεί διάφορα συστήματα θέρμανσης – ψύξης με ηλιακή υποβοήθηση¹⁶

1.5.2. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο κτιριακός τομέας απορροφά περίπου το 40% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στην Ελλάδα, η τελική κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια του τριτογενή (δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, νοσοκομεία, σχολεία, ξενοδοχεία, αθλητικές εγκαταστάσεις κ.λπ.) και του οικιακού τομέα αντιπροσωπεύει περίπου το 30% του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας.

Η ενέργεια που καταναλώνεται στα κτίρια διατίθεται για τη θέρμανση, την ψύξη (θερινό κλιματισμό), τον φωτισμό και τις άλλες εγκατεστημένες συσκευές ή μηχανήματα. Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και θερινό κλιματισμό εξαρτάται από τον τύπο και την κατασκευή του κτιρίου, από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, από τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου, από τα συστήματα θέρμανσης και

κλιματισμού, από τις συσκευές και τον υπόλοιπο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό αλλά σε σημαντικό βαθμό και από την συμπεριφορά των χρηστών.

Είναι αξιοσημείωτο να αναφερθεί ότι από το σύνολο των κτιρίων της Ελλάδας, τα κτίρια κατοικιών αποτελούν το 73% (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία). Στα κτίρια κατοικιών η θέρμανση των χώρων αντιπροσωπεύει το 61% της συνολικής κατανάλωσης και ο δροσισμός το 2%, με συνεχώς αυξανόμενη τάση. Στα υπόλοιπα κτίρια του τριτογενή τομέα η θέρμανση αντιπροσωπεύει το 52% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και ο θερινός κλιματισμός το 17%.

Από τα παραπάνω ποσοστά εξάγεται το συμπέρασμα ότι περίπου το 20% του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας μας καταναλώνεται για τη θέρμανση και τον κλιματισμό των κτιρίων του οικιακού και του τριτογενούς τομέα και η τάση είναι αυξητική. Τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) ενθαρρύνει την ορθολογική χρήση της ενέργειας για θέρμανση και γενικά για κλιματισμό με τη θέσπιση νέων νόμων και πιο αυστηρών προδιαγραφών.

Με τη βελτιωμένη θερμομόνωση των κτιρίων, τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, τα παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τον φυσικό δροσισμό, τη χρήση πιο αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, την εφαρμογή προηγμένων μεθόδων ελέγχου των συστημάτων, την σωστή και σε τακτά διαστήματα συντήρηση και την αλλαγή της συμπεριφοράς των χρηστών μπορεί να εξοικονομηθούν σημαντικά ποσά ενέργειας.

Στο συμπέρασμα αυτό μπορεί να καταλήξει κανείς εάν λάβει υπόψη του τα εξής:

- Η μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων στην Ελλάδα (περίπου 80% του συνόλου) κατασκευάστηκαν πριν το 1980, δεν είναι θερμομονωμένα, απαιτούν πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν τις αποδεκτές συνθήκες άνεσης, ιδίως το χειμώνα, και προσφέρουν πολλές δυνατότητες για εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Η κατά κανόνα μέτρια κατάσταση των παλαιών συστημάτων θέρμανσης, που οδηγεί σε μειωμένους βαθμούς απόδοσης και επομένως αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και περιβαλλοντική επιβάρυνση. Η συντήρηση των συστημάτων και η εφαρμογή συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμών προσφέρουν πολλές δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας.
- Η συνεχής αύξηση, τόσο σε αριθμό όσο και σε εγκατεστημένη ισχύ, των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια για θερινό κλιματισμό. Αυτό αφορά τα κτίρια κατοικιών, κυρίως όμως τα κτίρια γραφείων, καταστημάτων και υπηρεσιών.

Με την εφαρμογή συστημάτων ανάκτησης θερμότητας, με την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας για εφαρμογές συστημάτων ψύξης με απορρόφηση και με τη χρήση αντλιών θερμότητας (ιδίως γεωθερμικών), οι δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας είναι μεγάλες αλλά περιορίζεται συγχρόνως και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Βέβαια πρέπει να τονισθεί ότι πολλές φορές οι περιορισμένοι οικονομικοί πόροι, η συμπίεση του αρχικού κόστους κατασκευής αλλά και η στενότητα του χρόνου στον οποίο γίνεται η μελέτη και η κατασκευή περιορίζουν την εφαρμογή ολοκληρωμένων μεθόδων ελέγχου της κατανάλωσης ενέργειας και την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών στα κτίρια. Επίσης πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού επιδρά άμεσα κυρίως στο κόστος λειτουργίας ενός κτιρίου αλλά επιδρά έμμεσα και στο περιβάλλον. Η καύση συμβατικών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο σε κεντρικές μονάδες θέρμανσης, και η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού ή τις τοπικές κλιματιστικές συσκευές επιβαρύνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση (κυρίως με CO₂) και συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επομένως η εξοικονόμηση ενέργειας περιλαμβάνει ως στόχο μεταξύ άλλων και τη βελτίωση της κατάστασης της ατμόσφαιρας και την αποφυγή της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

1.5.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα κλιματισμού είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων. Είναι γεγονός ότι ο σχεδιασμός κτιρίων και εγκαταστάσεων θέρμανσης-κλιματισμού στην πατρίδα μας, σε πολλές περιπτώσεις δεν έδωσε ικανοποιητικά ενεργειακές λύσεις.

Οι αιτίες είναι κυρίως η συμπίεση του αρχικού κόστους κατασκευής, ιδιαίτερα όταν ο κατασκευαστής του κτιρίου δεν είναι και ο μελλοντικός χρήστης του, η στενότητα του χρόνου στον οποίο γίνεται η μελέτη και η κατασκευή και κυρίως η έλλειψη ευαισθησίας σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας. Το αποτέλεσμα είναι «μη αποδοτικά ενεργειακά» κτίρια, τα οποία συνήθως υπερθερμαίνονται το χειμώνα ή υπερψύχονται το καλοκαίρι, υπερεξαερίζονται και φωτίζονται κυρίως με τεχνητό φωτισμό. Δηλαδή κτίρια με μεγάλο κόστος λειτουργίας.

Το κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων ενός κτιρίου είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν τον αρχικό του σχεδιασμό. Στη σύντομη αυτή ενότητα γίνεται μία προσπάθεια να δοθούν μερικοί γενικοί και απλοί κανόνες για τον σχεδιασμό «ενεργειακά αποδοτικών» κτιρίων, δηλαδή κτιρίων που παρέχουν τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης, ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος, ασφάλειας αισθητικής κλπ. και συγχρόνως εξασφαλίζουν τις λειτουργικές απαιτήσεις με το μικρότερο δυνατό κόστος λειτουργίας.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο ξεκινούν από το σχεδιασμό του περιβάλλοντος χώρου. Τα στοιχεία που επιδρούν εδώ στην κατανάλωση ενέργειας είναι η ανεμόπτωση, και η ελάττωση των ηλιακών θερμικών κερδών λόγω σκίασης από διπλανά κτίρια ή βλάστηση. Η επίδραση της ανεμόπτωσης δεν είναι τόσο σημαντική στα σύγχρονα κτίρια με αυξημένη θερμομόνωση, με αυξημένη στεγανότητα και μηχανικό αερισμό.

Η βλάστηση όμως και ιδιαίτερα τα μεγάλα φυλλοβόλα δέντρα, μπορούν να επιφέρουν σημαντικά οφέλη, όπως σκίαση στην διάρκεια του καλοκαιριού, προστασία από τον άνεμο, απόσβεση θορύβων, δροσισμό λόγω εξάτμισης και φυσική ομορφιά. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η βλάστηση γύρω από ένα κτίριο μπορεί να μειώσει την επιφανειακή θερμοκρασία ενός κτιρίου το καλοκαίρι από 10 έως 20 βαθμούς και να ελαττώσει την ενέργεια για ψύξη του κτιρίου από 25% έως 90%. Αν

και τα φυτά χρειάζονται αρκετά χρόνια για να φθάσουν σε ύψος που δημιουργεί σκίαση, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η ευνοϊκή επίδραση της βλάστησης στα ψυκτικά φορτία.

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στην λειτουργία των συστημάτων κλιματισμού μπορεί να προέλθει από τις επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου. Οι παράγοντες εδώ, οι οποίοι κυρίως επιδρούν στην θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι:

- Ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου
- Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα του κτιρίου
- Η θερμική μάζα του κτιρίου
- Τα ηλιακά θερμικά κέρδη
- Ο φυσικός φωτισμός

Όσο μικρότεροι είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας K των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου τόσο μικρότερα είναι τα θερμικά φορτία και το τμήμα των ψυκτικών φορτίων που εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Οι χαμηλοί συντελεστές θερμοπερατότητας επιδρούν και στην θερμική άνεση του κτιρίου γιατί ελαχιστοποιούνται οι επιδράσεις από τις απότομες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας.

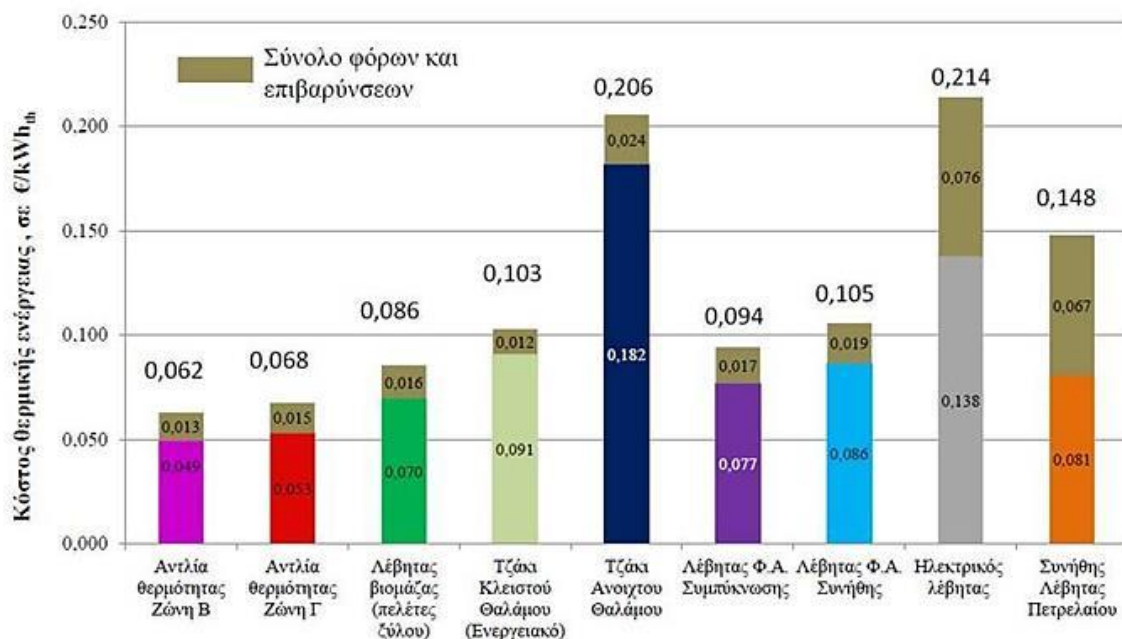
Ένα μεγάλο ποσοστό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων εξαρτάται από τον ρυθμό ανανέωσης του αέρα του κτιρίου. Φυσικά ένα ελάχιστο ποσό φρέσκου εξωτερικού αέρα απαιτείται για λόγους άνεσης και υγιεινής. Η ανεξέλεγκτη όμως είσοδος του αέρα μέσα από χαραμάδες και ανοίγματα, σπάνια εξασφαλίζει τον απαραίτητο αερισμό και μεταβάλλεται αισθητά με την ταχύτητα του ανέμου και την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κτιρίου και του εξωτερικού αέρα. Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα με τον τρόπο αυτό είναι συνήθως υψηλότερος από όσο απαιτείται τον χειμώνα και χαμηλότερος το καλοκαίρι. Επομένως η εγκατάσταση μηχανικού αερισμού/εξαερισμού είναι ενεργειακά αποδοτικότερη από τον ανεξέλεγκτο αερισμό μέσα από τις χαραμάδες και ανοίγματα. Ο μηχανικός αερισμός παρέχει και ακόμη μία δυνατότητα για εξοικονόμηση ενέργειας – την ανάκτηση θερμότητας.

Τα παράθυρα απαιτούν την μεγαλύτερη προσοχή σε ένα κτίριο. Η επιφάνεια των παραθύρων, το είδος κατασκευής τους και η θέση τους στο κτίριο μπορεί να αποτελέσει τη διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στο ενεργειακό όφελος και τη σπατάλη ενέργειας. Σε συμβατικές κατασκευές, η μετάδοση θερμότητας λόγω αγωγιμότητας και τα ηλιακά θερμικά κέρδη μέσα από παράθυρα είναι συνήθως μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερα από ότι μέσα από ένα τοίχο. Ευτυχώς η τεχνολογία των παραθύρων εξελίσσεται συνεχώς.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των παραθύρων μειώνονται με την εφαρμογή νέων υλικών και με την τοποθέτηση επιστρώσεων αντανάκλασης και διακένων αέρα. Ο συνδυασμός παραθύρων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, κατάλληλων διατάξεων ηλιοπροστασίας και αυτόματα συρομένων παντζουριών μπορεί να καταλήξει σε διατάξεις που είναι ενεργειακά αποδοτικότερες από ένα καλά μονωμένο τοίχο. Όσο καλύτερα ελέγχονται τα ηλιακά θερμικά κέρδη μέσα από τα παράθυρα τόσο μεγαλύτερη ευκολία έχει ο αρχιτέκτονας να τα τοποθετήσει οπουδήποτε στο κτίριο.

Τα ηλιακά θερμικά κέρδη συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας εφόσον ελαττώνουν τα θερμικά φορτία του κτιρίου. Στην διάρκεια του καλοκαιριού όμως μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου εάν δεν τοποθετηθούν κατάλληλες διατάξεις ηλιακής προστασίας. Οι διατάξεις αυτές διακρίνονται σε εσωτερικές και εξωτερικές. Οι εσωτερικές διατάξεις είναι συνήθως ελαφριάς κατασκευής και φθηνές, αλλά απορροφούν ένα σημαντικό τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας, που αποδίδεται στην συνέχεια στο χώρο.

Οι εξωτερικές διατάξεις, ιδιαίτερα οι κινητές, αν και είναι ακριβότερες στην κατασκευή έχουν καλύτερη απόδοση. Η κατασκευή θερμοκηπίων στις εξωτερικές πλευρές του κτιρίου μπορεί επίσης να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά η εξοικονόμηση εξαρτάται από τον τρόπο κατασκευής, από τον έλεγχο της θερμοκρασίας και του αερισμού και από την συμπεριφορά των ενοίκων. Τα θερμοκήπια δεν πρέπει να κλιματίζονται. Οι ένοικοι πρέπει να εξασφαλίζουν επαρκή αερισμό και έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση. Το χειμώνα πρέπει να παίρνονται μέτρα για την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων και πάγου στους υαλοπίνακες. Σημαντική όμως εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται και με τον σωστό σχεδιασμό των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού καθώς και με τη σωστή ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων (χρηστών) των κτιρίων.¹⁷



Εικόνα 1.7: Εγκαταστάσεις θέρμανσης και κόστος θερμικής ενέργειας με σύνολο φόρων και επιβαρύνσεων¹⁸

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ–ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

2.1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι ολοένα αυξανόμενες θερμοκρασίες του καλοκαιριού καθιστούν τα κλιματιστικά μια απαραίτητη προσθήκη στην κατοικία και τον χώρο εργασίας γενικά. Επίσης, οι κρύες μέρες του χειμώνα είναι πρόβλημα ειδικά για όσους έχουν προβλήματα υγείας, ή έχουν μικρά παιδιά.

Ένα απλό κλιματιστικό με λειτουργία θέρμανσης και ψύξης, είναι επένδυση και ανακούφιση. Εκτός από οικονομική επένδυση, η αγορά και εγκατάσταση ενός κλιματιστικού αποτελεί και μια επένδυση για την υγεία των ανθρώπων, αφού τα κλιματιστικά, εκτός από το να ρυθμίζουν την εσωτερική θερμοκρασία και υγρασία του χώρου, επηρεάζουν και την ποιότητα του αέρα που εισπνέει ο άνθρωπος, κυρίως χάρη στα φίλτρα από τα οποία φιλτράρεται ο αέρας του χώρου κάθε φορά που περνάει από το κλιματιστικό.

Στην αγορά υπάρχουν διάφοροι τύποι κλιματιστικών μηχανημάτων, τα οποία να εξεταστούν παρακάτω. Κάθε τύπος, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα, πολλά από τα οποία αφορούν στην ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο μεταδίδεται η ενέργεια στον χώρο. Έτσι, για κάθε χώρο υπάρχει το κατάλληλο κλιματιστικό.

Για να μπορέσουμε να επιλέξουμε το σωστό κλιματιστικό για τον εκάστοτε χώρο, είναι καλό να αναφερθούν κάποια βασικά πράγματα γύρω από τους διάφορους τύπους κλιματιστικών που κυκλοφορούν στην αγορά, τις χρήσεις και τα χαρακτηριστικά τους.¹⁹

Όλα τα συστήματα κλιματισμού έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα τον έλεγχο της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα, της υγρασίας και της ποιότητας του αέρα. Αυτός ο έλεγχος επιτυγχάνεται με μια συσκευή που φέρνει σε επαφή τον εσωτερικό αέρα με μια ψυχρή ή θερμή επιφάνεια, τον εναλλάκτη θερμότητας, με αποτέλεσμα, αντίστοιχα, είτε να απορροφά τη θερμότητα από τον αέρα, είτε να την αποδίδει σ' αυτόν. Έτσι, για την ψύξη ή θέρμανση του αέρα, μέσα στον εναλλάκτη κυκλοφορεί ρευστό χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας, αντίστοιχα, το οποίο είναι το μέσο που απαιτείται για να είναι δυνατή η ανταλλαγή θερμότητας και ονομάζεται ψυκτικό μέσο ή ψυκτικό ρευστό ή απλά ψυκτικό.

Η κυκλοφορία του αέρα διαμέσου της επιφάνειας του εναλλάκτη γίνεται με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ενώ το ψυκτικό ρευστό κυκλοφορεί μέσα στην κλιματιστική μονάδα με τη βοήθεια αντλίας, λόγω διαφοράς της πίεσης στο ψυκτικό κύκλωμα.²⁰

2.1.2. ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Οι θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη ενός θερμαινόμενου χώρου, οφείλονται κυρίως στο Δεύτερο νόμο της Θερμοδυναμικής που μας λέει ότι: «Η θερμότητα ρέει πάντα από χώρους ή σώματα υψηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης προς χώρους ή σώματα χαμηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης». Το Χειμώνα όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος (έξω από το θερμαινόμενο χώρο) είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του χώρου που θερμαίνουμε, έχουμε ροή θερμότητας από το θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον. Τότε λέμε ότι έχουμε θερμικές απώλειες.

Για να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός θερμαινόμενου χώρου το Χειμώνα στο επιθυμητό επίπεδο (περίπου 22 °C) θα πρέπει οι θερμικές απώλειες του χώρου να αναπληρώνονται από κάποια εσωτερική πηγή θερμότητας. Τέτοιες πηγές θερμότητας μπορεί να είναι για παράδειγμα ένα θερμαντικό σώμα, ένα αερόθερμο, ένα αυτόνομο κλιματιστικό μηχάνημα κλπ.

Από την άλλη πλευρά, τα θερμικά κέρδη ενός χώρου μπορούν να ορισθούν ως εξής. Το Καλοκαίρι όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος (έξω από το θερμαινόμενο χώρο) είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του χώρου που πρέπει να δροσιστεί, η ροή θερμότητας μεταφέρεται από το περιβάλλον προς το χώρο. Τότε λέμε ότι έχουμε θερμικά κέρδη. Το καλοκαίρι, για να μπορέσει να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός κλιματιζόμενου χώρου στο επιθυμητό επίπεδο (περίπου 25 °C) θα πρέπει τα θερμικά κέρδη του χώρου να αποβάλλονται από κάποιο κατάλληλο μηχανισμό, με κατανάλωση έργου φυσικά. Τέτοιος μηχανισμός μπορεί να είναι ένα αυτόνομο ψυκτικό μηχάνημα ή μια αντλία θερμότητας, ή κάποιο σύστημα κεντρικού κλιματισμού κλπ.

Στον πίνακα παρακάτω αναφέρονται οι τεχνικοί όροι που χρησιμοποιούνται για την ονομασία των φορτίων

Εποχή του έτους	Είδος φορτίων	Συνώνυμες εκφράσεις
Καλοκαίρι	Ψυκτικά φορτία	Θερμικά κέρδη Φορτία Θέρους
Χειμώνας	Θερμικά φορτία	Θερμικές απώλειες Φορτία Χειμώνα

Πίνακας 2.1: Τεχνικοί όροι για τα θερμικά και ψυκτικά φορτία

Με τον όρο ψυκτικά φορτία, εννοείται το ποσό της θερμότητας που προστίθεται στον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, προερχόμενο από διάφορες πηγές που επιβαρύνουν την κλιματιστική εγκατάσταση. Με τον τεχνικό όρο θερμικά φορτία αντίστοιχα εννοούμε το ποσό της θερμότητας που πρέπει να αφαιρείται από τον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, μέσω της κλιματιστικής εγκατάστασης.

Αν και είναι σπάνιο, σε κάποιες εγκαταστάσεις μπορεί τα ψυκτικά φορτία να εμφανισθούν το χειμώνα. Αν και τα ψυκτικά φορτία συνδέονται με το καλοκαίρι, μπορεί καμιά φορά να συμβεί σε ένα κλιματιζόμενο χώρο να υπάρχουν ψυκτικά φορτία ακόμα και το χειμώνα στην περίπτωση όπου για παράδειγμα, υπάρχουν μηχανήματα που κάνουν έκλυση θερμότητας λόγω μεγάλης ισχύος, ενώ βρίσκονται μέσα στο χώρο.

Η θερμότητα μεταφέρεται με πολύ αργό ρυθμό μέσα από τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Αυτό είναι το φαινόμενο της χρονικής καθυστέρησης στη μεταφορά της θερμότητας. Σαν παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί το γεγονός ότι, το Καλοκαίρι, τα σπίτια είναι σχετικά δροσερά το μεσημέρι, παρόλο που η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή, ενώ το απόγευμα προς το βράδυ είναι πολύ ζεστά, παρόλο που η εξωτερική θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή. Η ταχύτητα με την οποία μεταφέρεται η θερμότητα δεν είναι παντού η ίδια και διαφέρει ανάλογα με τα υλικά κατασκευής. Όταν παρεμβάλλεται θερμομόνωση, η ταχύτητα μεταφοράς της θερμότητας μέσα από τη θερμομόνωση είναι πολύ χαμηλή. Η ενεργός θερμοχωρητικότητα των κτιρίων είναι η ικανότητα τους να αποθηκεύουν ποσότητες θερμότητας. Όταν ένα κτίριο μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλη ποσότητα θερμότητας, τότε λέμε ότι έχει μεγάλη ενεργό θερμοχωρητικότητα και αντιστρόφως.



Εικόνα 2.1: Το φαινόμενο της χρονικής καθυστέρησης

Ένας χώρος εξακολουθεί να παραμένει ζεστός παρόλο που έχει διακοπεί η λειτουργία της θέρμανσης και αυτό οφείλεται στο ότι εξακολουθεί ο χώρος να θερμαίνεται από τη θερμότητα που βρίσκεται συσσωρευμένη στα δομικά στοιχεία του χώρου. Ο μεταχρονισμός των φορτίων είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τα ψυκτικά φορτία δεν παρουσιάζονται όλα μαζί. Όσον αφορά τους προσανατολισμούς έχει διαπιστωθεί ότι ο χειρότερος προσανατολισμός για το καλοκαίρι είναι ο δυτικός γιατί το απόγευμα που βάλλεται το σπίτι από την ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζονται συγχρόνως και άλλα φορτία (μεταχρονισμένα), τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνεται πολύ το ψυκτικό φορτίο. Παλαιότερα που στον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων δεν λαμβάνονταν υπόψη ο μεταχρονισμός το αποτέλεσμα ήταν να προκύπτουν μεγάλα φορτία, γεγονός που οδηγούσε σε αδικαιολόγητα μεγάλες εγκαταστάσεις και εξοπλισμούς. Άρα και σε υψηλό κόστος εγκατάστασης.

Ένας χώρος που κλιματίζεται περιστασιακά χρειάζεται μεγαλύτερο (κλιματιστικό) μηχανήμα γιατί θα έχει να αντιμετωπίσει και τα υψηλά ποσά θερμότητας που θα είναι συσσωρευμένα στα δομικά στοιχεία της οικοδομής. Για παράδειγμα αυτό που απαντούν οι τεχνικοί κλιματισμού σε ερώτηση όπως «για ποιο λόγο το κλιματιστικό μου δεν αποδίδει αρκετά», είναι «τι ώρα το βάζετε σε λειτουργία;». Αυτό δεν είναι τυχαίο γιατί προτού βγει το συμπέρασμα ότι χρειάζεται ένα μεγαλύτερο, αν το ξεκινάνε το απόγευμα, όταν η ζέστη είναι αφόρητη και η θερμοκρασία των εσωτερικών τοίχων είναι υψηλή, τότε είναι φυσικό να μην μπορεί να αποδώσει. Πρέπει να το ξεκινάνε πιο νωρίς.

Σε ένα σύστημα κλιματισμού με νερό έχει μεγαλύτερη σημασία ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων γιατί τα κλιματιστικά μηχανήματα που τοποθετούνται για να καλύψουν το ψυκτικό φορτίο σε ένα σύστημα κλιματισμού με νερό, κατά κανόνα σχεδόν επαρκούν για να καλύψουν και το θερμικό φορτίο.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι σε ένα σύστημα κλιματισμού με μονάδες άμεσης εκτόνωσης έχει μεγαλύτερη σημασία η αντιμετώπιση του θερμικού φορτίου γιατί η απόδοση των μονάδων άμεσης εκτόνωσης σε θέρμανση, σε σχέση με τα φορτία, συνήθως είναι σχετικά χαμηλή ενώ η απόδοσή τους σε ψύξη σχετικά μεγάλη. Στις περιπτώσεις αυτές, αυτό που έχει σημασία είναι η αντιμετώπιση του θερμικού φορτίου, ενώ το ψυκτικό στις περισσότερες περιπτώσεις δεν αποτελεί πρόβλημα.

Για να μπορεί να προχωρήσει ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων ενός κλιματιζόμενου χώρου πρέπει να έχουν γίνει γνωστές επιπρόσθετες πληροφορίες όπως τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή του κτιρίου που πρόκειται να κλιματιστεί. Πρέπει δηλαδή να γνωρίζουμε τη γεωγραφική θέση του κτιρίου (Αθήνα, Πάτρα κ.λπ.). Έτσι θα γνωρίζουμε και θα λάβουμε υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή (θερμοκρασία περιβάλλοντος, υγρασία, ένταση και κατεύθυνση ανέμων κ.λπ.).

Η ελάττωση των απωλειών θερμότητας από αγωγιμότητα, δεν είναι ευθέως ανάλογη του πάχους της μόνωσης των οικοδομικών στοιχείων. Αξίζει επίσης να υπογραμμιστεί ότι τετραπλασιάζοντας το πάχος της μόνωσης από 2,5 σε 10 cm, οι απώλειες μειώνονται μόνο κατά το $\frac{1}{4}$ (για την ακρίβεια 27%). Αυτό σημαίνει ότι δεν πρέπει να ακολουθούμε ακραίες λύσεις μόνωσης, γιατί ανεβάζουν το κόστος της

κατασκευής χωρίς αντίστοιχο αποτέλεσμα στον περιορισμό των απωλειών θερμότητας. Μπορούμε να περιορίσουμε τις απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα, και μάλιστα επιβάλλει η νομοθεσία κανόνες σε σχέση με αυτό.

Οι απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα μπορούν να περιοριστούν αν χρησιμοποιήσουμε δομικά στοιχεία και κουφώματα με θερμομόνωση, για τις εξωτερικές επιφάνειες των χώρων που θερμαίνουμε. Για αυτόν τον λόγο η νομοθεσία επιβάλλει θερμομόνωση σε όλες τις νέες οικοδομές περιορίζοντας έτσι τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα των υλικών κατασκευής της οικοδομής.

Η προσαύξηση που κάνουμε στο σύνολο των θερμικών φορτίων, στις μη θερμομονωμένες οικοδομές λόγω προσανατολισμού είναι στο 5% αν ο προσανατολισμός είναι βορεινός, ΒΑ ή ΒΔ. Επίσης μπορούμε να κάνουμε μείωση κατά -5% αν είναι νότιος, ή ΝΑ ή ΝΔ.

Οι απώλειες στις θερμομονωμένες οικοδομές είναι μικρές, οπότε η ισχύς προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, ως ποσοστό επί του θερμικού φορτίου, χρειάζεται να είναι πολύ μεγαλύτερη (σε σχέση με τις μη θερμομονωμένες οικοδομές). Μια τυπική προσαύξηση είναι κατά 100%.

Επίσης τα ψυκτικά φορτία από εξωτερικές πηγές είναι τα εξής:

- Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα.
- Τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία και
- Τα ψυκτικά φορτία από είσοδο εξωτερικού αέρα.

Αντίστοιχα οι πηγές των ψυκτικών φορτίων που βρίσκονται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο είναι:

- Τα ψυκτικά φορτία από ανθρώπους που ζουν ή εργάζονται στο χώρο που κλιματίζεται.
- Τα ψυκτικά φορτία από φωτισμό του χώρου.
- Τα ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο.
- Τα ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές.

Βέβαια υπάρχουν και κάποια ψυκτικά φορτία που δίνουν (εκτός από αισθητό) και λανθάνον φορτίο. Αυτά είναι:

- Ο εξωτερικός νωπός αέρας, που είναι και η κύρια αιτία δημιουργίας του λανθάνοντος φορτίου.
- Οι άνθρωποι.
- Ορισμένες ηλεκτρικές συσκευές.

Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα αποτελούν εξ ολοκλήρου αισθητά ψυκτικά φορτία, γιατί δεν διαφοροποιούν την ειδική υγρασία του αέρα. Το μέγεθος των ψυκτικών φορτίων λόγω αγωγιμότητας εξαρτάται:

- Από το μέγεθος της επιφάνειας.

- Από την αγωγιμότητα των υλικών κατασκευής της επιφάνειας μέσω των οποίων ρέει η θερμότητα.
- Από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου.

Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου καθορίζεται:

- από το βαθμό ευκολίας που αποβάλλει το κτίριο θερμότητα
- από τη διαφορά θερμοκρασίας του αέρα περιβάλλοντος και του αέρα χώρου
- από το είδος και τον προσανατολισμό της επιφάνειας (τοίχοι, οροφές κ.λπ.)

2.1.3. ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Για βέλτιστη και ενεργειακά οικονομική λειτουργία ενός συστήματος κλιματισμού πρέπει κατά το σχεδιασμό του και κατά την επιλογή της ψυκτικής και θερμαντικής του ισχύος (BTUs) να λαμβάνονται υπόψη:

- Χρήση του κτιρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- Τα υλικά κατασκευής του κτιρίου (π.χ. μόνωση, κουφώματα, κτλ.)
- Το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, απαιτήσεις για ψύξη και αερισμό
- Η θέση του κτιρίου (προσανατολισμός, όροφος, σκίαση, κτλ.)
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής
- Ύπαρξη ηλεκτρικών συσκευών που εκπέμπουν θερμότητα
- Ύπαρξη διαφορετικών θερμικών ζωνών
- Οι ανάγκες πρωτογενούς ενέργειας του συστήματος
- Οι διαθέσιμες διατάξεις αυτομάτου ελέγχου²¹

Είναι πολύ σημαντική η σωστή επιλογή της ισχύος του συστήματος. Αν είναι μικρότερης ισχύος από αυτήν που απαιτείται από τις ανάγκες του χώρου, τότε θα είναι συνεχώς σε λειτουργία σε πλήρη ισχύ με αποτέλεσμα και να καταπονείται η συσκευή και η κατανάλωση του ρεύματος να είναι αρκετά υψηλή. Αντίθετα ένα σύστημα πολύ μεγαλύτερης ισχύος θα ενεργοποιείται και θα απενεργοποιείται με ιδιαίτερα μεγάλη συχνότητα, γεγονός που μειώνει τη διάρκεια ζωής της συσκευής και αυξάνει το λειτουργικό της κόστος.

Εμβαδό δωματίου (m ²)	Προτεινόμενα BTU
9-13	7.000
13-18	9.000
18-25	12.000
25-30	14.000
30-35	16.000
35-40	18.000
40-45	20.000
45-65	22.000
55-65	24.000

Πίνακας 2.2: Προτεινόμενη ισχύς ανά εμβαδό χώρου ³

Για τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, απαιτείται μελέτη από μηχανικό για τη σωστή επιλογή της δυναμικής του συστήματος. Η επιλογή της ισχύος για τα τοπικά συστήματα είναι πολύ πιο απλή και μπορεί να γίνει μια επαρκής εκτίμηση της απαιτούμενης ισχύος του μηχανήματος με βάσει την επιφάνεια του χώρου, χωρίς φυσικά ο κανόνας αυτός να είναι απόλυτος.

2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Υπάρχουν διάφορα συστήματα, τα οποία είναι κατάλληλα για ορισμένους τύπους κτιρίων και άλλα τα οποία είναι εντελώς ακατάλληλα. Σε κτίρια κατοικιών χρησιμοποιούνται κυρίως τοπικά συστήματα, ενώ σε μεγάλα επαγγελματικά κτίρια χρησιμοποιούνται κυρίως κεντρικά συστήματα. Η διαδικασία κλιματισμού ενός χώρου κατοικίας ή εργασίας γίνεται με ειδικά μηχανήματα που τα λέμε κλιματιστικά μηχανήματα ή μονάδες κλιματισμού.



Εικόνα 2.2: Κεντρική μονάδα επεξεργασίας του αέρα

Η κατάταξη των μονάδων κλιματισμού και των κλιματιστικών εγκαταστάσεων γενικότερα, γίνεται με βάση το σκοπό που εξυπηρετούν, αλλά και με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Έτσι μπορούμε να χωρίσουμε τις κλιματιστικές μονάδες στις ακόλουθες κατηγορίες, με βάση:

- Το σκοπό που εξυπηρετούν
- Την εποχή κατά την οποία λειτουργούν
- Την χρήση και την έκταση των χώρων που εξυπηρετούν
- Τον τρόπο ή τη διαδικασία και το «μέσο» που χρησιμοποιείται για τον πλήρη κλιματισμό ενός χώρου²²

2.2.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΣΚΟΠΟ

Όταν σχεδιάζεται και πραγματοποιείται μια εγκατάσταση κλιματισμού έχει κάποιες απαιτήσεις οι οποίες θα πρέπει να ικανοποιούνται. Έτσι, ανάλογα του σκοπού για τον οποίο γίνεται ο κλιματισμός ενός χώρου, οι εγκαταστάσεις κλιματισμού χωρίζονται:

- Σε εγκαταστάσεις άνεσης
- Σε εγκαταστάσεις επαγγελματικού ή βιομηχανικού τύπου

Στην κατηγορία άνεσης εντάσσονται οι εγκαταστάσεις που στόχος τους είναι η άνετη και υγιεινή διαμονή του ανθρώπου σε έναν χώρο μη εργασιακό. Τέτοιες εγκαταστάσεις είναι ο κλιματισμός κατοικιών, βιβλιοθηκών, σχολικών αιθουσών κλπ. Στις εγκαταστάσεις επαγγελματικού τύπου ο κλιματισμός στοχεύει στην άνετη παραμονή του πελάτη σε έναν επαγγελματικό χώρο για να αγοράσει προϊόντα που διαθέτει και να αυξηθούν έτσι τα κέρδη της επιχείρησης. Τέτοιες εγκαταστάσεις είναι ο κλιματισμός Super Market, εστιατορίων κλπ.

Ο βιομηχανικός κλιματισμός εξυπηρετεί την ποιότητα της παραγωγής και την παραγωγικότητα της επιχείρησης και όχι απαραίτητα την άνεση των εργαζομένων σ' αυτή. Βέβαια πολλές φορές ο βιομηχανικός κλιματισμός μπορεί να παρέχει άνεση και στους εργαζόμενους (π.χ. σ' ένα εμπορικό κέντρο, αλλά αυτό είναι εντελώς συμπτωματικό).

Όμως στο χώρο συσκευασίας της σοκολάτας στις βιομηχανίες σοκολάτας, απαιτείται κλιματισμός που εξασφαλίζει θερμοκρασία χώρου 17 °C. Η θερμοκρασία αυτή είναι καλή για τη συσκευασία της σοκολάτας, αλλά δεν εξασφαλίζει και άνεση στους εργαζόμενους στο χώρο συσκευασίας (κρυώνουν). Τέτοιου είδους εγκαταστάσεις κλιματισμού συναντούμε συνήθως σε χαρτοποιίες, υφαντουργεία, εργοστάσια παραγωγής γλυκισμάτων κλπ.⁴

2.2.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΠΟΧΗ

Ανάλογα με την εποχή που εξυπηρετεί μια εγκατάσταση κλιματισμού χαρακτηρίζεται ως:

- Εγκατάσταση χειμερινού κλιματισμού
- Εγκατάσταση καλοκαιρινού κλιματισμού
- Εγκατάσταση κλιματισμού για όλο το χρόνο

Οι εγκαταστάσεις χειμερινού κλιματισμού αναφέρονται βασικά στη θέρμανση ενός χώρου (κατοικίας ή επαγγελματικού χώρου) και στους τρόπους δημιουργίας άνεσης κατά το χειμώνα. Η θέρμανση ενός χώρου μπορεί να εξασφαλίζεται :

- Από κλασσική εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης (με ζεστό νερό).
- Από κεντρική μονάδα επεξεργασίας (θέρμανσης) αέρα και την προσαγωγή του στο χώρο με αεραγωγούς.
- Από μικρές τοπικές κλιματιστικές μονάδες Fan Coils (δαπέδου, τοίχου ή οροφής).
- Από αντλίες θερμότητας (heat pumps), δηλαδή με αντιστροφή του κύκλου λειτουργίας ψυκτικής μονάδας.

Το μεγάλο πρόβλημα που παρουσιάζεται στις εγκαταστάσεις χειμερινού κλιματισμού είναι ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας και η διατήρησή της στα επιθυμητά επίπεδα. Ο θερινός κλιματισμός, στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών άνεσης κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Αντίθετα με τον χειμερινό κλιματισμό (θέρμανση), στο θερινό κλιματισμό το πρόβλημα είναι η αφαίρεση της υπερβολικής ποσότητας υγρασίας που περιέχει ο κλιματιζόμενος αέρας, όταν ψύχεται στη θερμοκρασία που επιθυμούμε.⁴



Εικόνα 2.3: Κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού με Fan-Coils δαπέδου

2.2.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕΣΟΥ

Αν δηλαδή είναι αέρας, νερό ή ψυκτικό υγρό ή συνδυασμός τους, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα διάφορα κλιματιστικά συστήματα στις παρακάτω κατηγορίες:

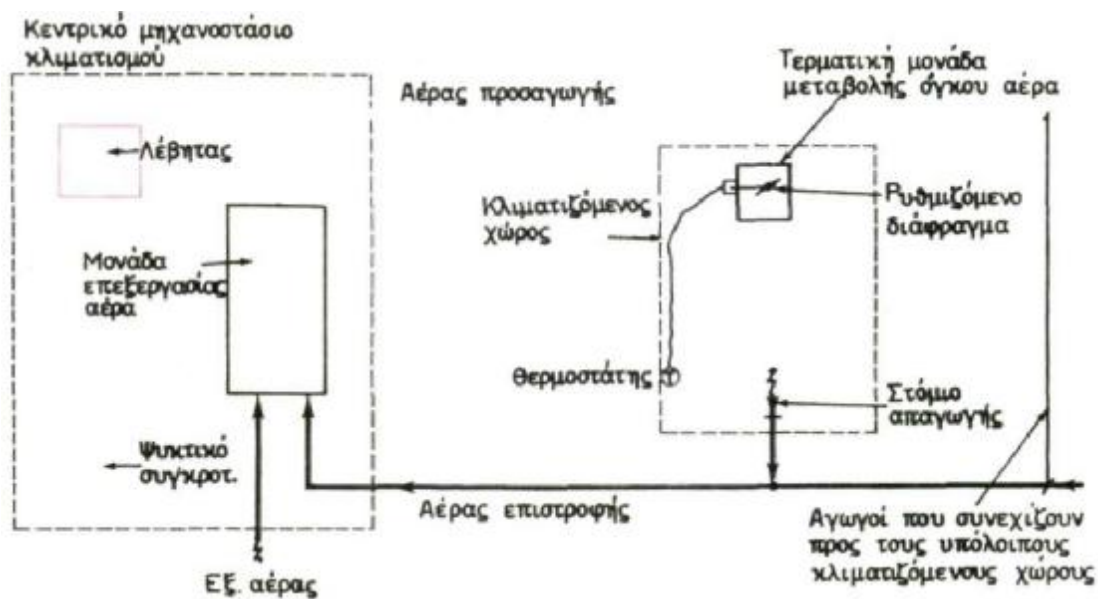
- Συστήματα Αέρα (με μοναδικό μέσο τον αέρα – all air systems).
- Συστήματα Νερού (με μοναδικό μέσο το νερό – all water systems).
- Συστήματα Αέρα – Νερού (air – water systems).
- Συστήματα Ψυκτικού Υγρού (ή συστήματα με αυτοδύναμες τοπικές μονάδες)⁴

2.2.3.1. Συστήματα αέρα

Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων, το μέσο που χρησιμοποιούμε για τον κλιματισμό ενός χώρου είναι αέρας. Ο αέρας μεταφέρεται στον κλιματιζόμενο χώρο με αγωγούς (αεραγωγούς), και διανέμεται μέσα στον χώρο με στόμια ή τερματικές μονάδες αναμίξεως ή μεταβολής όγκου αέρα. Προηγουμένως έχει καθαριστεί, θερμανθεί (ή ψυχθεί) και υγρανθεί (ή αφυγρανθεί) σε Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Αέρα, η οποία μπορεί να είναι τοποθετημένη σε κάποια απόσταση από τον κλιματιζόμενο χώρο. Οι πιο κοινές παραλλαγές Συστημάτων Αέρα είναι οι ακόλουθες:

Σύστημα με ένα αγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα:

Μόνο ψυχρός ή μόνο θερμός αέρας μεταφέρεται με έναν αγωγό στον κλιματιζόμενο χώρο, όπου ο όγκος του ρυθμίζεται αυτόματα ώστε να ικανοποιηθούν οι ψυκτικές ή θερμικές ανάγκες του χώρου. Όταν λειτουργεί η ψύξη, τότε στον αγωγό προσαγωγής κυκλοφορεί ψυχρός αέρας. Αυτός ο αέρας φθάνει στην μονάδα μεταβολής όγκου αέρα που είναι τοποθετημένη στον χώρο που θέλουμε να κλιματίσουμε και εκεί η ποσότητα του ψυχρού αέρα ρυθμίζεται ανάλογα με τις ψυκτικές ανάγκες του χώρου. Αν αυτές οι ανάγκες είναι μέγιστες, τότε ο θερμοστάτης του χώρου δίνει εντολή στο διάφραγμα της μονάδας να ανοίξει τελείως. Αν οι ψυκτικές ανάγκες είναι στο 0, τότε το διάφραγμα κλείνει στην ελάχιστη θέση του, επιτρέποντας μόνο μια μικρή ποσότητα αέρα (π.χ. 15%) να βγαίνει από την τερματική μονάδα για να υπάρχει κάποια κίνηση αέρα μέσα στον χώρο.



Εικόνα 2.4: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ένα αγωγό και μεταβαλλόμενη παροχή αέρα.

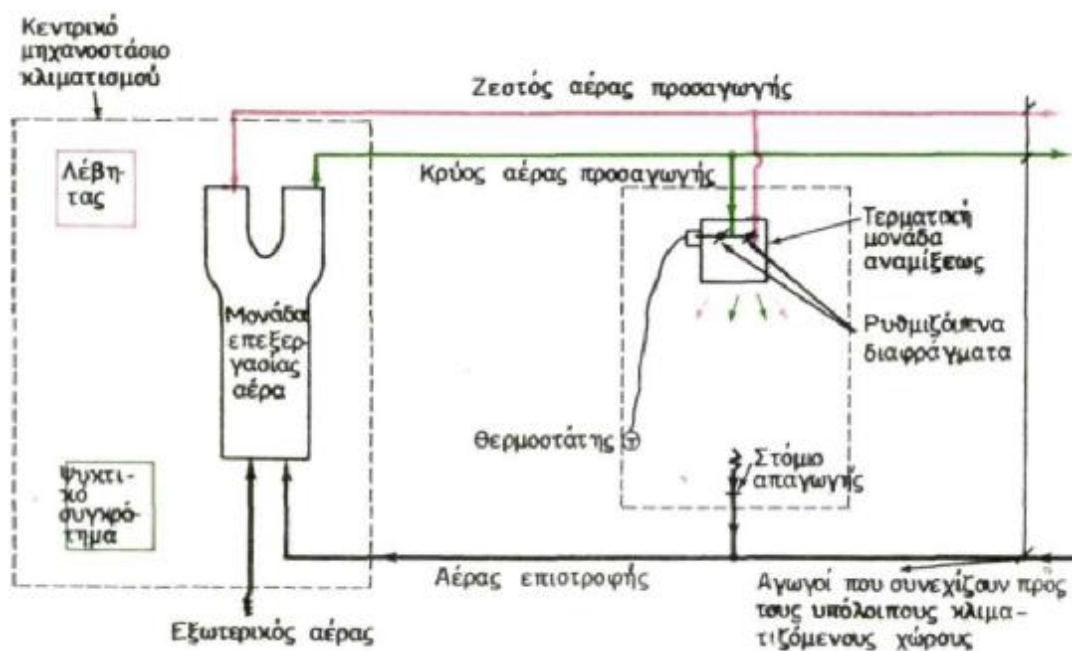
Σύστημα με Ζεύγος Αγωγών και Σταθερή Παροχή Αέρα:

Ψυχρός και θερμός αέρας μεταφέρονται με ένα ζεύγος αγωγών προς τερματικές μονάδες αναμίξεως, τοποθετημένες στους διάφορους χώρους που θέλουμε να κλιματίσουμε. Σε κάθε τέτοια μονάδα, φθάνει ένας αγωγός που μεταφέρει ψυχρό αέρα και ένας άλλος που μεταφέρει θερμό αέρα. Μέσα στη μονάδα ο ψυχρός αέρας αναμιγνύεται με τον θερμό αέρα στην αναλογία που χρειάζεται κάθε φορά ώστε ο

κλιματιζόμενος χώρος να διατηρήσει τη θερμοκρασία του στους βαθμούς που έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης του. Κάθε φορά πάντως έχουμε σταθερή ποσότητα του μίγματος αέρα που προσφέρεται στον χώρο από την έξοδο της μονάδας.

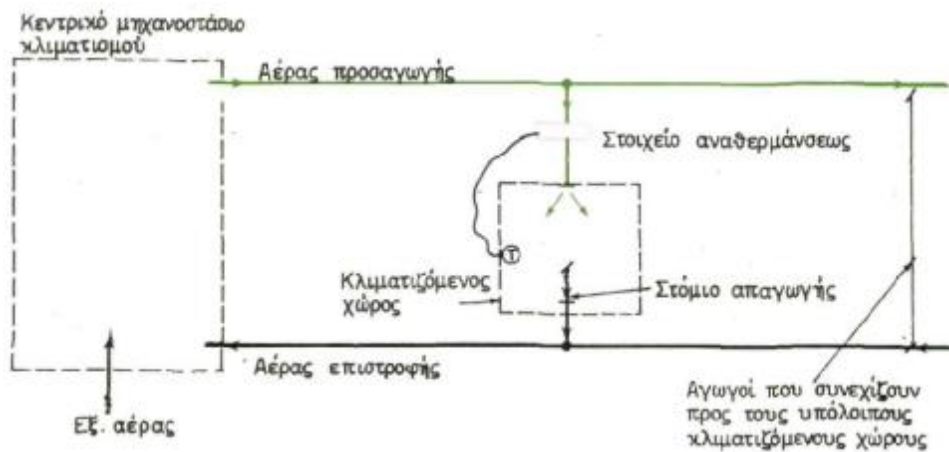
Σύστημα με Ένα Αγωγό και Αναθέρμανση:

Προκλιματισμένος αέρας σταθερού όγκου μεταφέρεται με έναν αγωγό στον κλιματιζόμενο χώρο όπου, με τη βοήθεια ενός θερμαντικού στοιχείου, αναθερμαίνεται ανάλογα με τις ανάγκες (σε θερμότητα) του χώρου. Αν είναι καλοκαίρι, ο προκλιματισμένος αέρας είναι συνήθως πολύ ψυχρός και το αναθερμαντικό στοιχείο του ανεβάζει λίγο τη θερμοκρασία, όταν ο χώρος δεν χρειάζεται πολύ ψύξη. Αν είναι χειμώνας, ο προκλιματισμένος αέρας είναι λίγο θερμός και το αναθερμαντικό στοιχείο του προσθέτει τόση θερμότητα, όση χρειάζεται ο χώρος.



Εικόνα 2.5: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ζεύγος αγωγών και σταθερή παροχή αέρα.

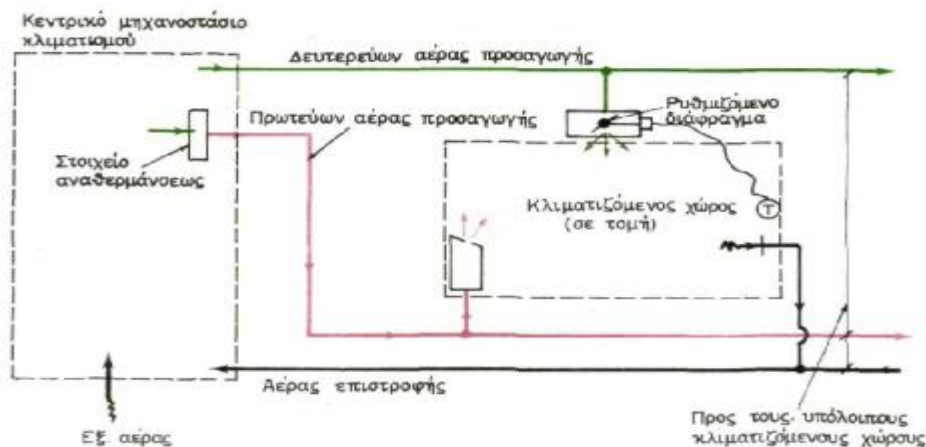
Το αναθερμαντικό στοιχείο ρυθμίζεται από το θερμοστάτη του χώρου και είναι το μόνο από τα βασικά μηχανήματα του συστήματος που δεν βρίσκεται στο κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού. Τοποθετείται πολύ κοντά στον κλιματιζόμενο χώρο και λειτουργεί με ζεστό νερό, ατμό ή ηλεκτρισμό.



Εικόνα 2.5: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με ένα αγωγό και αναθέρμανση.

Σύστημα με δύο αγωγούς. Ένα Σταθερής Παροχής Αέρα και Ένα Μεταβαλλόμενη

Δύο ρεύματα αέρα μεταφέρονται με δύο ξεχωριστούς αγωγούς μέσα στον κάθε κλιματιζόμενο χώρο. Το «πρωτεύον» ρεύμα έχει σταθερό όγκο και μεταβλητή θερμοκρασία (που ρυθμίζεται κεντρικά) και εξουδετερώνει τα θερμικά κέρδη ή τις απώλειες από τη περίμετρο του χώρου. Το «δευτερεύον» ρεύμα αέρα έχει σταθερή θερμοκρασία και μεταβλητό όγκο (που ρυθμίζεται από τον θερμοστάτη του χώρου) και εξουδετερώνει τα θερμικά κέρδη από άτομα, φώτα κλπ., στο εσωτερικό του χώρου. Συνήθως και τα δύο ρεύματα αέρα προκλιματίζονται στην ίδια κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα. Για το «πρωτεύον» ρεύμα χρησιμοποιείται και αναθέρμανση.

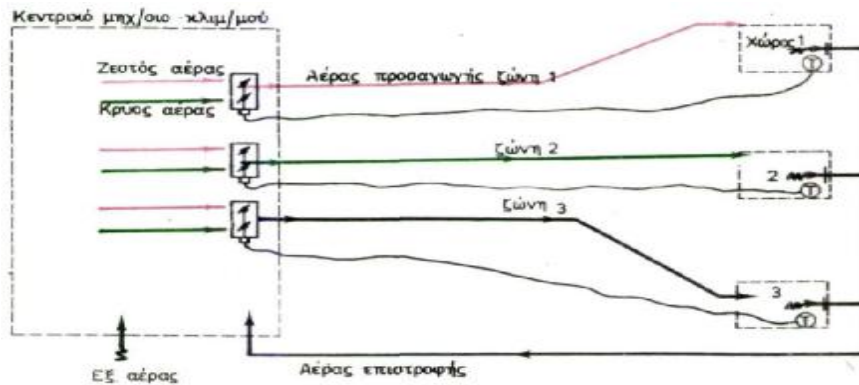


Εικόνα 2.6: Σχηματικό διάγραμμα για το κλιματιστικό σύστημα με δύο αγωγούς, ένα σταθερής και ένα μεταβαλλόμενης παροχής αέρα.

Σύστημα με πολλούς αγωγούς ή Πολυζωνικό Σύστημα:

Σε κάθε κλιματιζόμενο από το σύστημα χώρο φτάνει ένας αποκλειστικός γι' αυτόν τον χώρο αγωγός. Ο αέρας που παρέχεται στον χώρο έχει σταθερό όγκο και μεταβλητή θερμοκρασία. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του αέρα που προορίζεται για κάθε χώρο (ζώνη) γίνεται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα με ανάμιξη κρύου και ζεστού

αέρα. Το μίγμα που δημιουργείται διοχετεύεται στον αγωγό της αντίστοιχης ζώνης. Τα διαφράγματα αναμίξεως ρυθμίζονται από τον θερμοστάτη αυτής της ζώνης.⁴

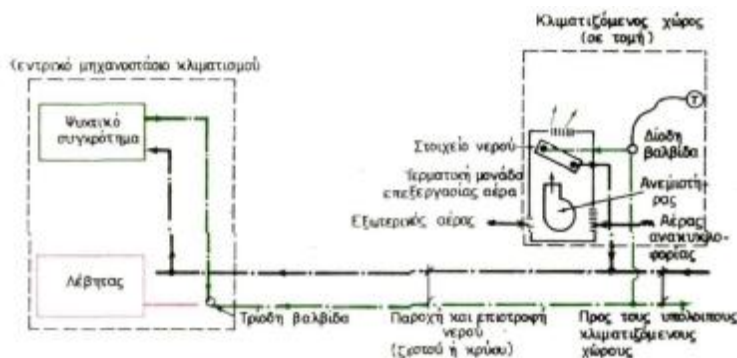


Εικόνα 2.7: Σχηματικό διάγραμμα για το πολυζωνικό κλιματιστικό σύστημα (3 ζώνες)
2.2.3.2. Συστήματα νερού

Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων το μέσο που χρησιμοποιούμε για τον κλιματισμό ενός χώρου είναι το νερό. Το νερό ψύχεται ή θερμαίνεται στο κεντρικό μηχανοστάσιο κλιματισμού, το οποίο περιλαμβάνει μόνο τον λέβητα και το ψυκτικό συγκρότημα. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα που είχαμε στα Συστήματα Αέρα δεν υπάρχει. Αντίθετα στους διάφορους χώρους που κλιματίζονται από το σύστημα υπάρχουν τερματικές μονάδες επεξεργασίας αέρα οι οποίες τροφοδοτούνται από ένα ή δύο δίκτυα νερού. Οι μονάδες αυτές θερμαίνουν, ψύχουν και καθαρίζουν τοπικά τον αέρα του χώρου, παρέχοντας συγχρόνως και κάποια ποσότητα εξωτερικού αέρα μέσω ενός ανοίγματος στον τοίχο, ή δικτύου αεραγωγών ή εισέρχεται μόνο από τις χαραμάδες των κουφωμάτων με τη βοήθεια κάποιου ανεμιστήρα απαγωγής. Η ρύθμιση του νερού σε μια τερματική μονάδα γίνεται μέσω του θερμοστάτη του χώρου που κλιματίζεται από τη μονάδα αυτή.

Σύστημα με 2 σωλήνες νερού:

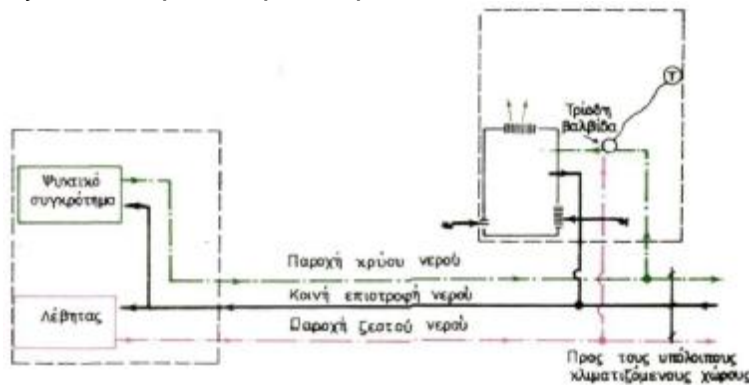
Ζεστό ή κρύο νερό μπορεί να κυκλοφορεί προς τις τερματικές μονάδες επεξεργασίας αέρα.



Εικόνα 2.8: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 2 σωλήνες.

Σύστημα με 3 σωλήνες νερού:

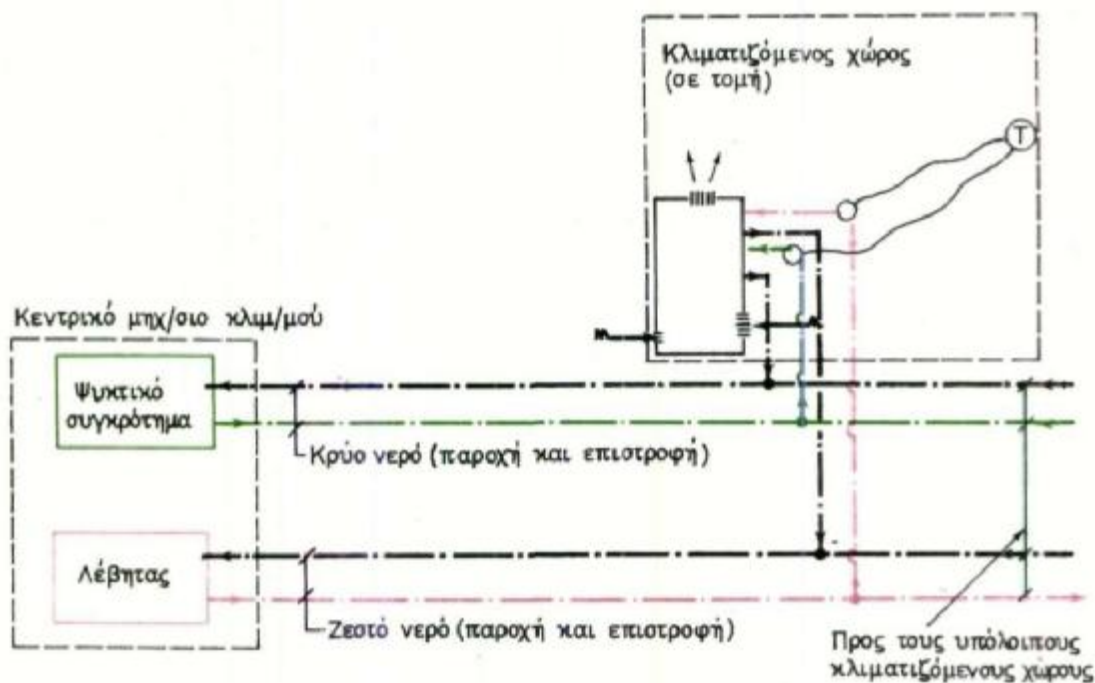
Από τους δύο σωλήνες παροχής νερού, ένας για ζεστό και ένας για κρύο νερό, παρέχεται θέρμανση ή ψύξη σε κάθε μονάδα χωριστά, ανάλογα βέβαια με τις ανάγκες του χώρου που εξυπηρετεί αυτή η μονάδα. Ο σωλήνας επιστροφής είναι κοινός και για το ζεστό και για το κρύο νερό.



Εικόνα 2.9: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 3 σωλήνες.

Σύστημα με 4 σωλήνες νερού

Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται δύο ξεχωριστά κυκλώματα σωλήνων, ένα για το ζεστό και ένα για το κρύο νερό. Η θερματική μονάδα έχει δύο στοιχεία. Το ένα τροφοδοτείται από το κύκλωμα ζεστού νερού και το άλλο από το κύκλωμα κρύου. Έτσι, σε οποιαδήποτε στιγμή είναι διαθέσιμες για κάθε θερματική μονάδα συγχρόνως και η θέρμανση και η ψύξη.



Εικόνα 2.10. Σχηματικό διάγραμμα συστήματος νερού με 4 σωλήνες. ⁴

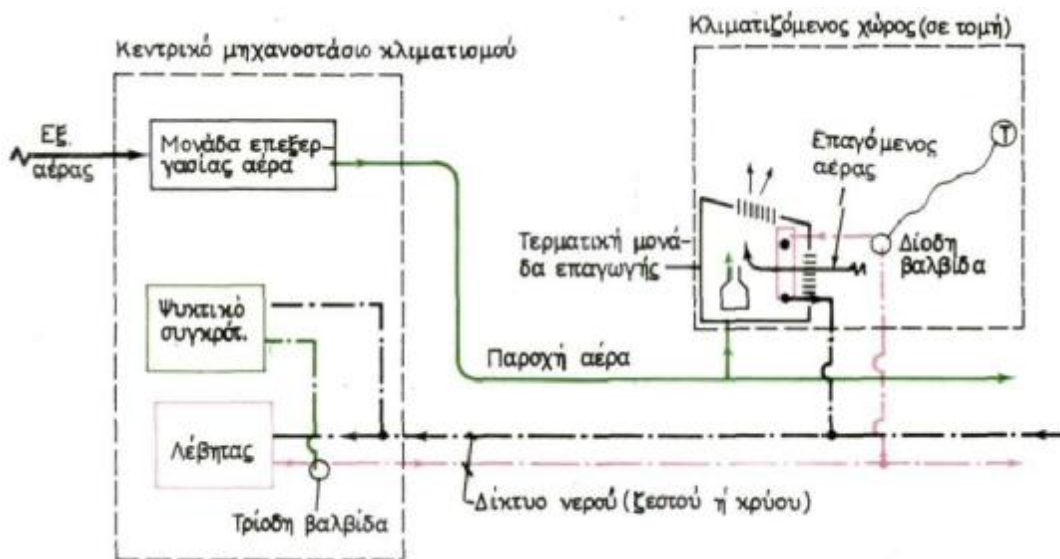
2.2.3.3. Συστήματα αερα - νερού

Σε αυτόν τον τύπο συστημάτων συνδυάζονται ο αέρας και το νερό για να κλιματισθεί ένας χώρος. Ο αέρας κλιματίζεται στο Κεντρικό Μηχανοστάσιο Κλιματισμού το οποίο, όπως και στην κατηγορία των Συστημάτων Αέρα, περιλαμβάνει και Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας Αέρα. Ο κλιματισμένος όμως αυτός αέρας που διανέμεται με αεραγωγούς, αποτελεί μέρος του αέρα που κυκλοφορεί σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο και συνήθως δεν επιστρέφεται πίσω στην κεντρική εγκατάσταση.

Το μεγαλύτερο μέρος του αέρα του χώρου περνά και κλιματίζεται μέσα από τερματικές μονάδες επεξεργασίας αέρα εφοδιασμένες με θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά τροφοδοτούνται με νερό το οποίο θερμαίνεται ή ψύχεται στην κεντρική εγκατάσταση και διανέμεται στις τερματικές μονάδες με έναν από τους τρόπους που περιγράψαμε στην κατηγορία Συστημάτων Νερού, δηλαδή δίκτυο δύο σωλήνων, τριών σωλήνων ή τεσσάρων σωλήνων. Οι πιο συνηθισμένες παραλλαγές συστημάτων Αέρα - Νερού είναι:

Σύστημα Επαγωγής:

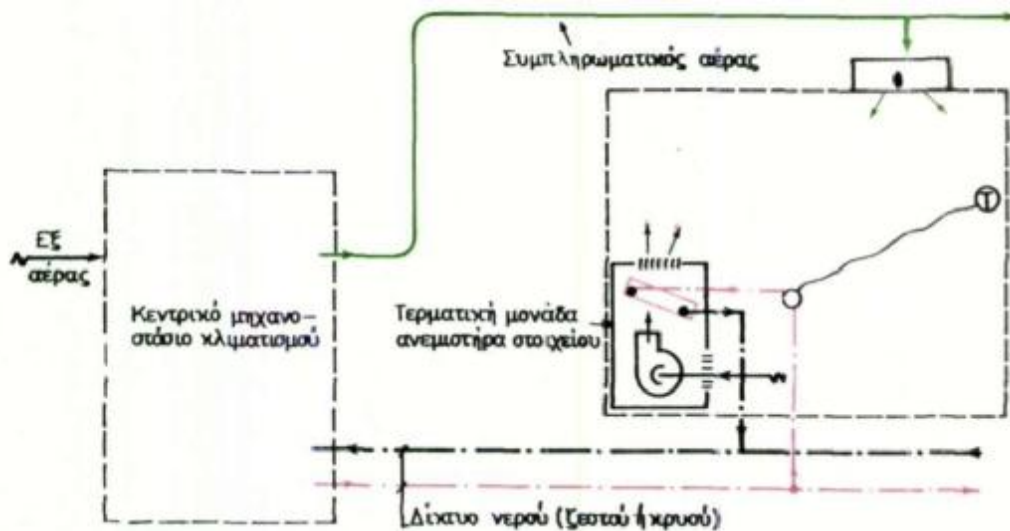
Προκλιματισμένος αέρας μεταφέρεται με μεγάλη ταχύτητα και σε σταθερή ποσότητα σε τερματικές μονάδες τύπου επαγωγής. Ο αέρας που επάγεται από το χώρο θερμαίνεται ή ψύχεται μέσα στην τερματική μονάδα περνώντας επάνω από ένα στοιχείο νερού. Ο θερμοστάτης του χώρου ρυθμίζει τη ροή του νερού μέσα από το στοιχείο της μονάδας ή τη ροή του αέρα επάνω από το στοιχείο της μονάδας.



Εικόνα 2.11: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος αέρα - νερού με τερματικές μονάδες τύπου επαγωγής

Σύστημα Τερματικών Μονάδων Ανεμιστήρα - Στοιχείου με συμπληρωματικό αέρα:

Η Τερματική Μονάδα Ανεμιστήρα - Στοιχείου θερμαίνει ή ψύχει απευθείας τον αέρα του χώρου. Ο συμπληρωματικός αέρας σταθερής παροχής παρέχει τον απαιτούμενο αερισμό (φρέσκο αέρα) και την απαιτούμενη υγρανση (ή αφύγρανση) του χώρου.



Εικόνα 2.12: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος αέρα-νερού με τερματικές μονάδες τύπου ανεμιστήρα-στοιχείου και συμπληρωματικό αέρα.

Σύστημα Τερματικών Μονάδων Ακτινοβολίας με συμπληρωματικό αέρα:

Η Τερματική μονάδα με ακτινοβόλουσα επιφάνεια (τύπου τοίχου ή οροφής) παρέχει θέρμανση ακτινοβολίας ή ψύξη ακτινοβολίας. Ο συμπληρωματικός αέρας σταθερού όγκου παρέχει αερισμό και ύγρανση (ή αφύγρανση).



Εικόνα 2.13: Σχηματικό διάγραμμα συστήματος αέρα-νερού με τερματικές μονάδες τύπου ακτινοβόλουσας επιφάνειας και με συμπληρωματικό αέρα.

Συστήματα Ψυκτικού Υγρού (ή συστήματα με Αυτοδύναμες Τοπικές Μονάδες):

Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν απευθείας ψυκτικό υγρό για να ψύξουν ή θερμάνουν (με αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου) τον αέρα ενός χώρου. Η θέρμανση παρέχεται και με ιδιαίτερα συμπληρωματικά θερμαντικά στοιχεία τα οποία λειτουργούν με θερμό νερό, ηλεκτρισμό ή οποιαδήποτε άλλη μορφή θερμικής ενέργειας. Η ψύξη, η θέρμανση και ο καθαρισμός του αέρα του χώρου γίνονται μέσα σε Αυτοδύναμες Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες. Σε μερικούς τύπους αυτών των μονάδων μπορεί να εφαρμοσθεί και ύγρανση. Οι αυτοδύναμες μονάδες είναι κανονικά τοποθετημένες μέσα ή δίπλα στον κλιματιζόμενο χώρο και διακρίνονται κυρίως στους παρακάτω τύπους.

Αυτοδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Παραθύρου ή Τοίχου:

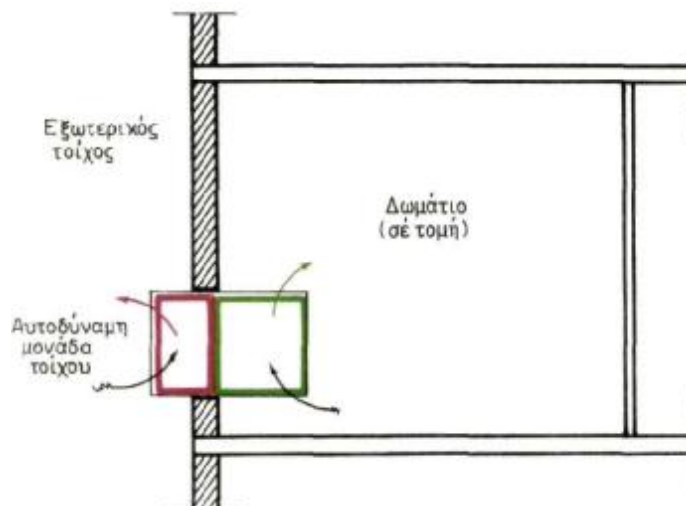
Οι μονάδες αυτές κυμαίνονται από μικρές μονάδες δωματίου, μέχρι μεγάλες μονάδες, όπως π.χ. για μια αίθουσα καταστήματος. Οι μονάδες αυτές δεν έχουν ύγρανση και η θέρμανσή τους παράγεται με αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου, ή με ηλεκτρικές αντιστάσεις.

Αυτοδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Οροφής:

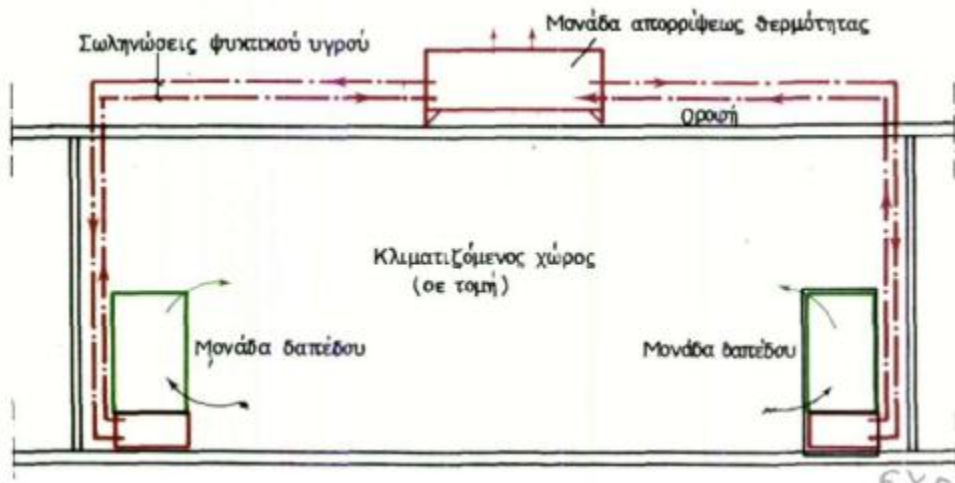
Οι μονάδες αυτές είναι για μεγαλύτερους ενιαίους χώρους, οπότε συνήθως συνδέονται σε ένα στόμιο οροφής για συνδυασμένη προσαγωγή και απαγωγή αέρα. Μια τέτοια μονάδα μπορεί επίσης να κλιματίζει περισσότερους και με διαφορετικές απαιτήσεις χώρους, οπότε συνδέεται σε αεραγωγούς, που συνήθως οδεύουν στον χώρο μεταξύ οροφής και ψευδοροφής. Οι μονάδες αυτές μπορούν να έχουν ύγρανση, η δε θέρμανσή τους παράγεται με αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου ή με ηλεκτρικές αντιστάσεις.

Αυτοδύναμες Κλιματιστικές Μονάδες τύπου Δαπέδου:

Οι μονάδες αυτές είναι επίσης για μεγάλους ενιαίους χώρους. Τα στόμια προσαγωγής και απαγωγής αέρα βρίσκονται επάνω στη μονάδα, ή επάνω σε αεραγωγούς που συνδέονται με τη μονάδα. Η μονάδα δαπέδου συνδυάζεται συνήθως με μια εξωτερική μονάδα, για την απόρριψη της θερμότητας που απάγει από το χώρο. Οι μονάδες αυτές μπορούν να εφοδιασθούν με ύγρανση. Γενικά, μπορούν να έχουν όλα τα πλεονεκτήματα των μονάδων κεντρικού τύπου.⁴



Εικόνα 2.14. Αυτοδύναμη κλιματιστική μονάδα τοίχου.



Εικόνα 2.15: Αυτοδύναμες κλιματιστικές μονάδες τύπου δαπέδου και σύνδεσή τους με τη μονάδα απορρόφησης θερμότητας.

2.2.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ

Παρακάτω παρατίθενται τα διαθέσιμα συστήματα κλιματισμού με κριτήριο την έκταση και τη χρήση του κλιματιζόμενου χώρου:

Τοπικά συστήματα (κλιματιστικά διαιρεμένου τύπου – split units):

Επιλέγονται σε οικιακές και μικρές εμπορικές εφαρμογές. Είναι τα γνωστά σε όλους κλιματιστικά, που υπάρχουν στα περισσότερα σπίτια. Η εσωτερική και η εξωτερική μονάδα βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Επιλέγονται για τον κλιματισμό ενός ενιαίου χώρου. Δεν έχουν δυνατότητα ανανέωσης του αέρα, γι' αυτό, όταν το κλιματιστικό δεν λειτουργεί, ο χώρος θα πρέπει να αερίζεται ικανοποιητικά.

Τελευταία κερδίζουν συνεχώς έδαφος τα τοπικά συστήματα με μία εξωτερική μονάδα και μέχρι τρεις εσωτερικές (multi split units). Ένα multi split σύστημα προσομοιώνει στην ουσία μία ημικεντρική μονάδα κλιματισμού.

Ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού:

Ιδανική επιλογή για μικρές επιχειρήσεις και νέα σπίτια όπου απαιτούνται αυξημένα επίπεδα αυτοματισμού και θερμοκρασιακών επιλογών. Επιλέγονται, επίσης, σε μεγάλα κτίρια (αντί για κεντρικά συστήματα) γιατί προσφέρουν θερμοκρασιακή ευελιξία, είναι οικονομικότερα και επιτρέπουν την ανεξάρτητη λειτουργία των διαφόρων ζωνών.

Κεντρικά συστήματα κλιματισμού:

Επιλέγονται για επαγγελματικά κτίρια, καταστήματα και γενικότερα σε μεγάλα κτίρια όπου απαιτείται να καλυφθούν οι ανάγκες πολλών ανθρώπων.

- Χαρακτηρίζονται από το μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με τα κοινά κλιματιστικά (τοπικά συστήματα) και απομακρυσμένη τοποθέτηση της κεντρικής μονάδας από τους χώρους που κλιματίζονται.
- Η μεταφορά του θερμού και ψυχρού αέρα γίνεται μέσω καναλιών που είναι τοποθετημένα στην οροφή του κτιρίου.
- Είναι πιο ακριβή επιλογή από τα τοπικά συστήματα, αλλά παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα (μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης, άνεση, καλό αισθητικό αποτέλεσμα, οικονομική λειτουργία).
- Απαιτείται μελέτη πριν την εγκατάσταση τους και συνδυάζονται με κεντρικά συστήματα εξαερισμού.³

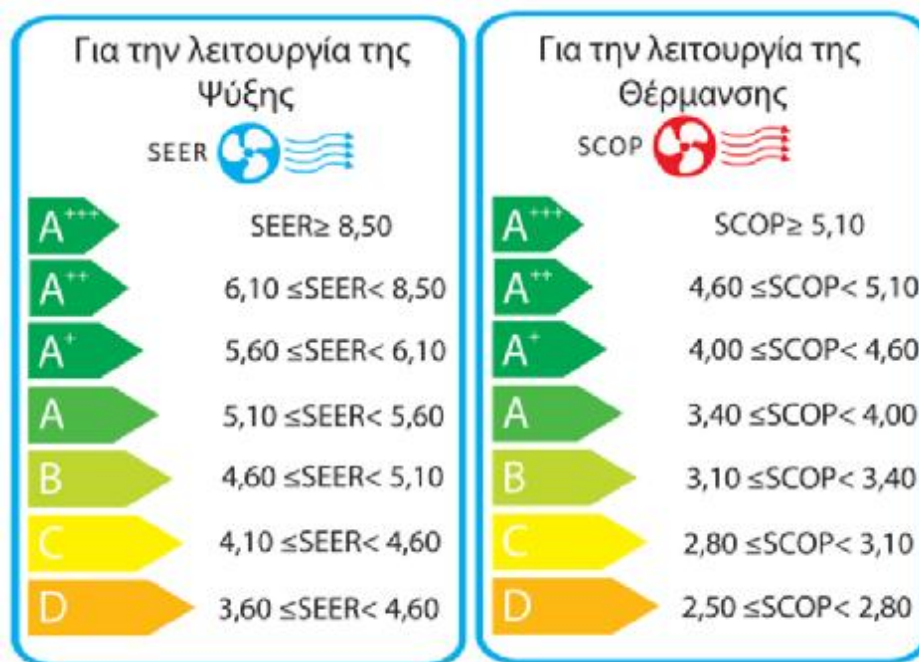
2.2.5. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ενεργειακή ετικέτα του συστήματος κλιματισμού. Όλα τα νέα συστήματα διαθέτουν υποχρεωτικά ενεργειακή σήμανση η οποία τα κατηγοριοποιεί ανάλογα με την ενέργεια που καταναλώνουν. Η ενεργειακή τους απόδοση αξιολογείται από A έως G (ή από A+++ μέχρι D), όπου A είναι η καλύτερη απόδοση και G η χειρότερη.

Όσο καλύτερη είναι η ενεργειακή κατηγορία τόσο ανεβαίνει και το κόστος αγοράς, αλλά η οικονομία από το ηλεκτρικό ρεύμα σε βάθος χρόνου είναι κατά πολύ μεγαλύτερη. Τα πλέον οικονομικά συστήματα είναι αυτά που διαθέτουν τεχνολογία Inverter και ανήκουν στην ενεργειακή κλάση τουλάχιστον A. Το κριτήριο για την κατάταξη των συστημάτων κλιματισμού σε κάποια ενεργειακή κατηγορία είναι οι συντελεστές SEER (Seasonal Energy efficiency ratio) και SCOP (Seasonal coefficient of performance). Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές των συντελεστών, τόσο καλύτερη είναι η απόδοση του συστήματος.

- **SEER:** Είναι ο συνολικός συντελεστής απόδοσης της συσκευής, που ορίζεται σαν ο λόγος της ετήσιας ανάγκης σε ψύξη προς τη συνολική ετήσια ενέργεια που καταναλώνεται για την ψύξη.
- **SCOP:** Είναι ο συνολικός συντελεστής απόδοσης της συσκευής σε θέρμανση, που ορίζεται σαν ο λόγος της συνολικής ετήσιας ανάγκης σε θέρμανση προς τη συνολική ετήσια ενέργεια που καταναλώνεται σε θέρμανση.

Η κατάταξη γίνεται σύμφωνα με τα όρια που εμφανίζονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 2.16: Κατηγοριοποίηση συστημάτων βάση απόδοσης

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος κλιματισμού, η σωστή χρήση και συντήρηση του προσφέρουν όχι μόνο καλύτερη απόδοση αλλά και εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων³

2.2.6. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Από πλευράς τεχνολογίας μπορούμε να διακρίνουμε τα συστήματα κλιματισμού σε

- Inverter
- συμβατικά (on/off)

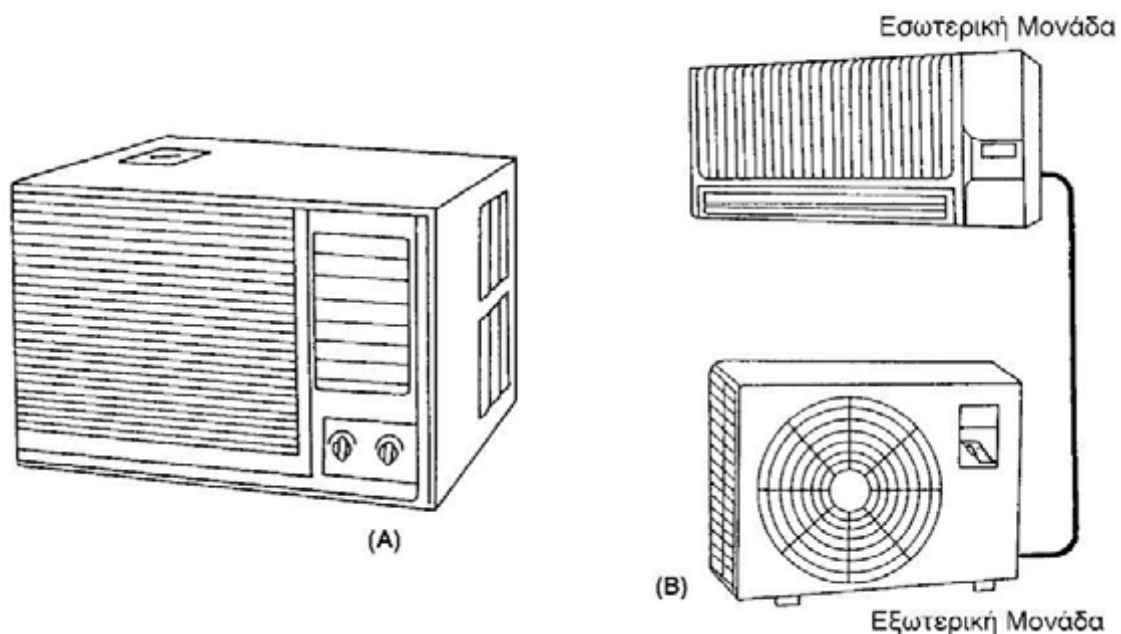
Η τεχνολογία Inverter είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία με αυξανόμενη ζήτηση λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που προσφέρει, 20 – 30% μικρότερη κατανάλωση σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα. Εφαρμόζεται σε όλα τα συστήματα κλιματισμού (τοπικά, κεντρικά, κτλ.). Η βασική διαφορά των δύο συστημάτων είναι ότι τα συστήματα Inverter λειτουργούν με μεταβλητό ρυθμό ανάλογα με τις θερμικές συνθήκες που επικρατούν στο χώρο, ενώ τα συμβατικά συστήματα λειτουργούν με σταθερό ρυθμό στροφών μέχρις ότου πετύχουν τις επιθυμητές συνθήκες και μετά παύουν να λειτουργούν μέχρι οι συνθήκες να αποκλίνουν αισθητά από τις επιθυμητές.

Τα συμβατικά συστήματα έχουν αυξημένη κατανάλωση λόγω της συνεχόμενης ενεργοποίησης/απενεργοποίησης της συσκευής. Αντίθετα ένα σύστημα Inverter λειτουργεί συνεχόμενα σε χαμηλές στροφές μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα καλύτερη θερμική άνεση. Επιπλέον, τα συστήματα Inverter έχουν μειωμένα επίπεδα θορύβου (άψογα επίπεδα θορύβου είναι τα 21db και κάτω) λόγω της απουσίας των ενεργοποιήσεων/απενεργοποιήσεων.

Το κόστος αγοράς των συστημάτων Inverter είναι περίπου 30% ακριβότερο αλλά πρέπει να προτιμώνται αν το ζητούμενο είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και ιδιαίτερα αν το σύστημα πρόκειται να λειτουργεί για πολλές ώρες την ημέρα. Σε αυτή την περίπτωση, το επιπλέον κόστος αγοράς θα αποσβεστεί γρήγορα από την εξοικονόμηση του ηλεκτρικού ρεύματος.³

2.3. ΤΟΠΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι κλιματιστικές μονάδες δωματίου είναι μονάδες μικρής ισχύος και εξυπηρετούν τις ανάγκες μόνο ενός συγκεκριμένου χώρου. Τέτοιες μονάδες κλιματισμού είναι οι μονάδες τοίχου ή παραθύρου, οι οποίες τοποθετούνται σε τρύπα που ανοίγεται σε εξωτερικό τοίχο ενός δωματίου, καθώς επίσης και οι μονάδες διαιρούμενου τύπου (Split Type). Οι μονάδες τοίχου ή παραθύρου τείνουν να καταργηθούν λόγω των πολλών μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν (έλλειψη καλαισθησίας, θόρυβος κλπ.)

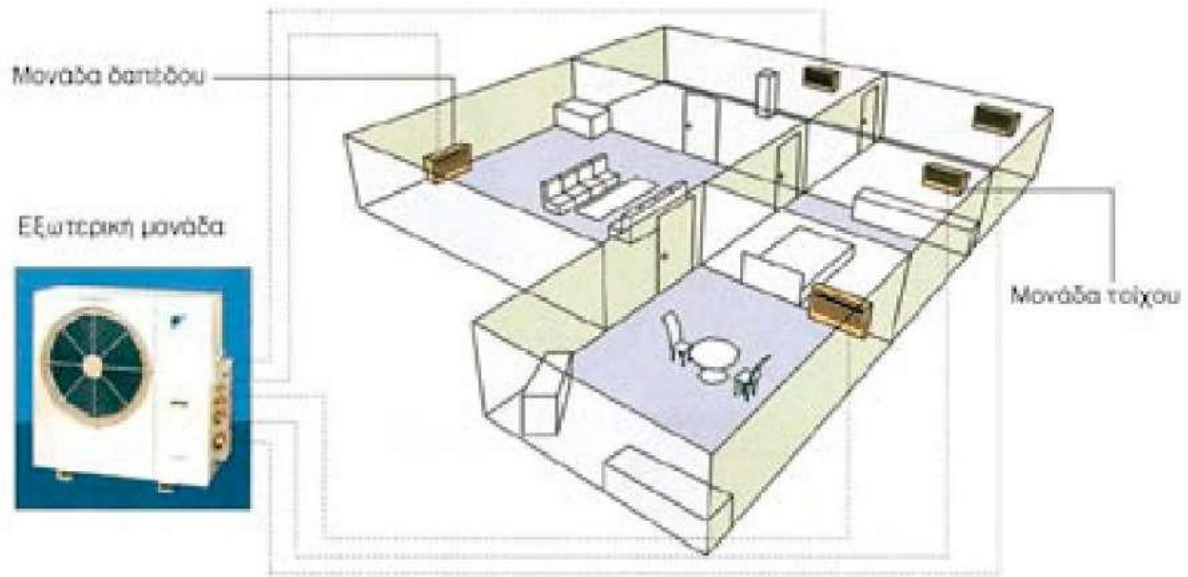


Εικόνα 2.17: (A) Κλιματιστική μονάδα δωματίου που τοποθετείται σε τρύπα που ανοίγεται σε τοίχο. (B) Μονάδα διαιρούμενου τύπου (Split type).

Αντίθετα, οι μονάδες δωματίου διαιρούμενου τύπου (Split), προτιμούνται γιατί παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των μονάδων τοίχου. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των διαιρούμενων μονάδων είναι :

- Εύκολη και χωρίς ζημιές τοποθέτηση των μονάδων.
- Τοποθετούνται σε οποιοδήποτε σημείο του κλιματιζόμενου χώρου και όχι μόνο σε εξωτερικούς τοίχους.
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη μια και ο συμπιεστής και ο συμπυκνωτής, που προξενούν το θόρυβο, βρίσκονται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο. Στην κατηγορία των διαιρούμενων μονάδων (Split) κατατάσσονται και οι πολυδιαιρούμενες (Multi unit), στις οποίες μια εξωτερική μονάδα (συμπιεστής -

συμπυκνωτής) μπορεί να συνδεθεί με περισσότερες από δυο εσωτερικές μονάδες (μέχρι και πέντε), που λειτουργούν ανεξάρτητα.



Εικόνα 2.18: Πολυδαιρούμενη (Multi) μονάδα κλιματισμού με μία εξωτερική και πέντε εσωτερικές μονάδες.

Οι διαιρούμενες μονάδες μπορούν να παρέχουν μόνο ψύξη ή ψύξη και θέρμανση (αντλίες θερμότητας) που είναι και ο συνηθέστερος τύπος που κυκλοφορεί στο εμπόριο. Οι κλιματιστικές μονάδες δωματίου, οι οποίες αναφέρονται και ως αυτόνομες ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες, είναι μονάδες μικρής ισχύος και εξυπηρετούν τις ανάγκες ενός μόνο συγκεκριμένου χώρου. Τέτοιες μονάδες κλιματισμού είναι οι μονάδες τοίχου ή παραθύρου (ενιαίες μονάδες ή monobloc), οι οποίες τοποθετούνται σε τρύπα που ανοίγεται σε εξωτερικό τοίχο ενός δωματίου, καθώς επίσης και οι μονάδες διαιρούμενου τύπου (Split Type).

Οι διαιρούμενες μονάδες μπορούν να παρέχουν μόνο ψύξη ή ψύξη και θέρμανση (αντλίες θερμότητας) και αποτελούν το συνηθέστερο τύπο που κυκλοφορεί στο εμπόριο. Στην κατηγορία των διαιρούμενων μονάδων κατατάσσονται και οι πολυδαιρούμενες (Multi units), στις οποίες μια εξωτερική μονάδα (συμπιεστής - συμπυκνωτής) μπορεί να συνδεθεί με περισσότερες από δυο εσωτερικές μονάδες (μέχρι και πέντε), που λειτουργούν ανεξάρτητα.

2.3.1. ΦΟΡΗΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΑ

Για οικιακές εφαρμογές, για χρήση περιορισμένου χρόνου ή για χρήση σε διαφορετικούς χώρους (π.χ. στη κουζίνα κατά τη διάρκεια της ημέρας και στο υπνοδωμάτιο το βράδυ).

- Μεταφέρονται εύκολα.
- Η εσωτερική και εξωτερική μονάδα είναι ενσωματωμένα σε μία μόνο συσκευή.
- Χαμηλό κόστος αγοράς και δεν απαιτείται εγκατάσταση από ειδικό.
- Είναι μικρής ισχύος και δεν έχουν εφάμιλλες επιδόσεις με τα άλλα κλιματιστικά διαιρεμένου τύπου.

- Έχουν ως προαπαιτούμενο για τη λειτουργία τους, την επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον³.

Οι φορητές μονάδες κλιματισμού (ή φορητά κλιματιστικά όπως είναι πιο γνωστά), είναι κλιματιστικά στα οποία η εξωτερική και εσωτερική μονάδα είναι ενιαίες στο ίδιο κέλυφος – μηχανήμα.



Εικόνα 2.19: Φορητό κλιματιστικό

Έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εύκολες στη μετακίνησή τους, προσφέροντας σε διαφορετικό χρόνο τη δυνατότητα ψύξης-θέρμανσης πολλαπλών δωματίων, δεν χρειάζονται εγκατάσταση και έχουν μικρότερο κόστος αγοράς. Έχουν μικρή ισχύ, γεγονός που τις καθιστά οικονομικές στην κατανάλωση ενέργειας, αλλά ταυτόχρονα και περιορισμένης ψυκτικής και θερμικής απόδοσης.

2.3.2. ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ (MONOBLOCK)

Πρόκειται για σχετικά μικρές σε ισχύ μονάδες κλιματισμού, οι οποίες είναι όπως λέει και το όνομα τους ενιαίες, δεν αποτελούνται δηλαδή από εσωτερικό και εξωτερικό μηχανήμα, αλλά ολόκληρο το κλιματιστικό βρίσκεται μέσα σε ενιαίο συμπαγές κέλυφος. Οι ενιαίες μονάδες συνήθως τοποθετούνται σε κάποιο διαμπερές άνοιγμα στον τοίχο, ή και στο παράθυρο ώστε η μία πλευρά τους (η «πίσω») να «βλέπει» στον εξωτερικό χώρο και η άλλη πλευρά τους (η «μέσα») να βλέπει μέσα στο δωμάτιο.



Εικόνα 2.20: Αυτόνομη κλιματιστική μονάδα

Το μειονέκτημα αυτού του τύπου είναι ότι η εγκατάσταση της προϋποθέτει το άνοιγμα ενός κενού στον τοίχο αρκετά μεγάλο ώστε να χωρέσει το κλιματιστικό. Οι ενιαίες μονάδες έχουν λειτουργία ψύξης και θέρμανσης και τα μεγέθη τους ποικίλουν ανάλογα με τη ψυκτική και θερμική απόδοσή τους.



Εικόνα 2.21: Αυτόνομη κλιματιστική μονάδα

Τα κλιματιστικά παραθύρου (window Air conditioners) ήταν τα πρώτα κλιματιστικά που κατασκευάστηκαν για οικιακή χρήση και στο παρελθόν ήταν πολύ διαδεδομένα. Σήμερα κυκλοφορούν ακόμη τέτοιου τύπου κλιματιστικά σε κάποιες χώρες (κυρίως στην άπω ανατολή), αλλά δεν κυκλοφορούν πλέον στην Ευρώπη και την Αμερική. Έτσι, πέραν από κάποιο παλιό «ξεχασμένο» από τα χρόνια κλιματιστικό παραθύρου, είναι μάλλον απίθανο να συναντήσετε τον τύπο αυτόν κλιματιστικού.

Η ενιαία μονάδα τοποθετείται σε ένα άνοιγμα, έτσι ώστε η μια πλευρά της να επικοινωνεί με τον εσωτερικό χώρο και η άλλη με το εξωτερικό περιβάλλον. Συνήθως, τοποθετείται σε κάποιο παράθυρο ή είναι εντοιχισμένη σε εξωτερικό τοίχο. Η τοποθέτηση της στο παράθυρο μπορεί να δημιουργήσει πρακτικά προβλήματα στην λειτουργία του ίδιου του παραθύρου. Από την άλλη πλευρά, ο εντοιχισμός της μονάδας προϋποθέτει το άνοιγμα μιας μεγάλης τρύπας στον τοίχο οπότε, σε

περίπτωση που αφαιρεθεί η μονάδα, τότε το κενό που θα δημιουργηθεί θα πρέπει να επισκευαστεί προσεκτικά. Μια ενιαία μονάδα να περιλαμβάνει:

- το ψυκτικό κύκλωμα (συμπιεστή, συμπυκνωτή και εξατμιστή)
- φίλτρα αέρα
- ανεμιστήρες
- διατάξεις ύγρανσης και αφύγρανσης του αέρα
- σύστημα ελέγχου και λειτουργίας
- τετράοδη βαλβίδα αναστροφής του κύκλου λειτουργίας.

Οι πρώτες κλιματιστικές μονάδες που χρησιμοποιήθηκαν ανήκαν σε αυτή την κατηγορία και αρχικά, η λειτουργία τους αποσκοπούσε στην παραγωγή μόνο ψύξης, αλλά τώρα κυκλοφορούν και αντλίες θερμότητας για παραγωγή ψύξης/θέρμανσης. Το μέγεθος της μονάδας εξαρτάται από τη θερμική και την ψυκτική ικανότητα της, δηλαδή από τα φορτία που καλείται να καλύψει. Το γεγονός αυτό έχει άμεση σχέση με την ποσότητα της θερμότητας ή της ψύξης που πρέπει να αποδοθεί από τη μονάδα. Ανάλογα, λοιπόν, με το μέγεθος της μονάδας χρησιμοποιούνται και αντίστοιχου μεγέθους εναλλάκτες, ανεμιστήρες και συμπιεστές. Με το συνδυασμό πολλών τέτοιων μονάδων επιτυγχάνεται η κάλυψη μεγαλύτερων φορτίων θέρμανσης/ψύξης. Πάντως, για μικρούς χώρους, οι μονάδες έχουν συνήθως ισχύ από 1 έως 6 kW, ενώ για επαγγελματικούς χώρους, οι μονάδες φτάνουν μέχρι και 15 kW.

Το ψυκτικό ρευστό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό κλειστό κύκλωμα της μονάδας, αλλάζει φάσεις ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση στην οποία βρίσκεται. Ο συμπιεστής απορροφά από τον εξατμιστή το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση και χαμηλή πίεση και το συμπιέζει, με συνέπεια να αυξηθεί η πίεση στις 20 atm και η θερμοκρασία του στους 50°C. Το ψυκτικό, σε αέρια κατάσταση και υψηλή πίεση, περνά στον συμπυκνωτή όπου ψύχεται σε σταθερή πίεση και από αέριο γίνεται υγρό. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον εναλλάκτη με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα.

Το ψυκτικό υγρό σε υψηλή πίεση φτάνει στον εξατμιστή, όπου η πίεση, λόγω της αναρρόφησης του συμπιεστή, είναι χαμηλότερη από αυτή του συμπυκνωτή. Με την πτώση της πίεσης μειώνεται σημαντικά η θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού υγρού, με συνέπεια να είναι εύκολη η εξάτμιση του. Αυτό επιτυγχάνεται με απορρόφηση θερμότητας από τον εσωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον εναλλάκτη, με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα. Με την ψύξη του εσωτερικού αέρα, αλλά και μέρους του εξωτερικού, εάν η μονάδα διαθέτει τέτοιου είδους διάταξη, παρατηρείται υγραποίηση των υδρατμών του αέρα πάνω στα στοιχεία του εναλλάκτη (εξατμιστή), οπότε, με τον τρόπο αυτό, γίνεται και κάποια αφύγρανση του αέρα. Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για την απορροή των συμπυκνωμάτων.

2.3.3. ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ

Πρόκειται για τα γνωστά μας κλιματιστικά, τις πλέον δημοφιλείς μονάδες κλιματισμού που καλύπτουν τις ανάγκες για δροσιά των οικιακών χώρων και κάποιων σχετικά μικρών επαγγελματικών χώρων, όπως εμπορικών καταστημάτων, γραφείων και χώρων εστίασης.



Εικόνα 2.22: Διαιρούμενη κλιματιστική μονάδα τοίχου

Αποτελούνται από την εξωτερική μονάδα, η οποία τοποθετείται στον εξωτερικό τοίχο και την εσωτερική μονάδα η οποία τοποθετείται στον εσωτερικό τοίχο. Έχουν μοντέρνο σχεδιασμό, «δένουν» εύκολα με τον υπόλοιπο χώρο και έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Εξαιτίας του ότι τοποθετούνται σε κάποιο σημείο ψηλά στον τοίχο έχουν καλύτερη ψυκτική απόδοση μια που ο θερμός αέρας συσσωρεύεται στα υψηλότερα επίπεδα του εσωτερικού χώρου. Τα κλιματιστικά τοίχου είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος κλιματιστικών, η τιμή τους είναι η πιο χαμηλή από όλους τους τύπους (για την ίδια ισχύ), ενώ οι ενεργειακές τους επιδόσεις και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους είναι κορυφαία.

Διαχωρίζοντας ορισμένα επιμέρους τμήματα της κλιματιστικής μονάδας που είναι τα πλέον θορυβώδη, όπως είναι ο συμπιεστής και ο κινητήρας της, είναι δυνατόν η μονάδα να διαιρεθεί σε δύο κομμάτια, την εσωτερική και εξωτερική μονάδα. Αυτή η κλιματιστική μονάδα ονομάζεται μονάδα διαιρούμενου τύπου και τα δύο τμήματά της συνδέονται με σωλήνες όπου κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο σε κλειστό κύκλωμα. Οι μικρές κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου είναι οι πλέον διαδεδομένες μονάδες θέρμανσης και ψύξης, για μικρούς χώρους. Βασίζονται στην αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας αέρα-αέρα και τοποθετούνται εύκολα, ακόμη και σε υπάρχοντα κτίρια, αφού δεν απαιτούν ιδιαίτερες επεμβάσεις στο εξωτερικό του κτιρίου ή στους εσωτερικούς χώρους του. Μια τέτοια κλιματιστική μονάδα περιλαμβάνει την εξωτερική και την εσωτερική μονάδα, των οποίων τα επιμέρους στοιχεία συνδέονται με χαλκοσωλήνες. Η εξωτερική μονάδα περιλαμβάνει:

- τον εναλλάκτη, ο οποίος λειτουργεί είτε σαν εξατμιστής είτε σαν συμπυκνωτής
- το συμπιεστή
- τον ανεμιστήρα
- τη βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου
- τον ηλεκτρικό πίνακα σύνδεσης με την εσωτερική μονάδα και
- τις βαλβίδες σύνδεσης εισόδου και εξόδου του ψυκτικού ρευστού.

Το κάλυμμα της εξωτερικής μονάδας είναι κατασκευασμένο από μεταλλικό έλασμα με πλαστική επένδυση, ενώ εμπρός από τον ανεμιστήρα διαθέτει άνοιγμα με

προστατευτικό πλέγμα, για να κυκλοφορεί ο αέρας που περνά από τον εναλλάκτη. Στο κάτω μέρος της πλαϊνής πλευράς της εξωτερικής μονάδας υπάρχουν δύο αναμονές, για να συνδεθούν με τους σωλήνες εισόδου και εξόδου του ψυκτικού που έρχονται από την εσωτερική μονάδα. Η βάση της μονάδας έχει πλαστικά στηρίγματα (ποδαράκια) τα οποία απορροφούν τους κραδασμούς. Η εσωτερική μονάδα περιλαμβάνει:

- τον εναλλάκτη, ο οποίος λειτουργεί είτε σαν εξατμιστής είτε σαν συμπυκνωτής,
- τον ανεμιστήρα
- το φίλτρο αέρα που βρίσκεται πίσω από το προστατευτικό πλέγμα εισόδου του αέρα και
- χειριστήριο για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των λειτουργιών της μονάδας.

Κάτω από τον ανεμιστήρα υπάρχει μια μικρή λεκάνη στην οποία συγκεντρώνεται το νερό από την υγρασία των υδρατμών του αέρα (συμπυκνώματα) το οποίο έχει μια μικρή κλίση προς τη μια πλευρά του, όπου είναι συνδεδεμένος ο σωλήνας απορροής των συμπυκνωμάτων, μέσω του οποίου το νερό απομακρύνεται από τη μονάδα και αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον. Τα φίλτρα αφαιρούνται εύκολα, πρέπει να καθαρίζονται συστηματικά και να απολυμαίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα γιατί διαφορετικά επιβαρύνεται η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, μειώνεται η ροή του και κατ' επέκταση η δυνατότητα ψύξης/θέρμανσης, ενώ η λειτουργία της μονάδας κάνει περισσότερο θόρυβο.

Στην περίπτωση της θέρμανσης συμβαίνει το εξής: Το ψυκτικό ρευστό σε υγρή κατάσταση, περνά μέσα στον εναλλάκτη της εξωτερικής μονάδας και απορροφά τη θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον εναλλάκτη, με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα. Το ψυκτικό εξατμίζεται και σε χαμηλή πίεση (αέρια κατάσταση), περνά στον συμπιεστή, όπου συμπιέζεται, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η θερμοκρασία του. Στη συνέχεια, το ψυκτικό περνά στον εσωτερικό εναλλάκτη. Αφού η θερμοκρασία του είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του εναλλάκτη, ο εσωτερικός αέρας θερμαίνεται και το ψυκτικό αέριο συμπυκνώνεται αποβάλλοντας θερμότητα. Το ψυκτικό σε υγρή κατάσταση και υψηλή πίεση εκτονώνεται, περνώντας μέσα από τον τριχοειδή σωλήνα, με αποτέλεσμα να μειωθεί η πίεση του. Επιστρέφοντας στον εξωτερικό εναλλάκτη (εξατμιστή), το ψυκτικό υγρό έχει χαμηλή πίεση και έτσι επαναλαμβάνεται ο κύκλος.

Επειδή οι επιφάνειες του εξωτερικού εναλλάκτη βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από τον ατμοσφαιρικό αέρα, μπορεί να δημιουργηθεί πάγος, για την αποφυγή του οποίου υπάρχει ένα σύστημα ελέγχου, που περιοδικά σταματά τη λειτουργία της μονάδας, αντιστρέφει τον κύκλο και έτσι ο εξατμιστής χρησιμοποιείται σαν συμπυκνωτής αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, αποτρέποντας έτσι το σχηματισμό πάγου. Οι μονάδες τοίχου ή παραθύρου τείνουν να καταργηθούν λόγω των πολλών μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν (έλλειψη καλαισθησίας, θόρυβος κλπ.). Αντίθετα, οι μονάδες δωματίου διαιρούμενου τύπου προτιμούνται γιατί παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των μονάδων τοίχου. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των διαιρούμενων μονάδων είναι:

- Εύκολη και χωρίς ζημιές τοποθέτηση των μονάδων.

- Τοποθετούνται σε οποιοδήποτε σημείο του κλιματιζόμενου χώρου και όχι μόνο σε εξωτερικούς τοίχους.
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη μια και ο συμπιεστής και ο συμπυκνωτής, που προξενούν το θόρυβο, βρίσκονται έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο.

2.3.4. ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΟΛΥΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (MULTI-SPLIT)

Οι μονάδες multi split είναι πανομοιότυπες με τα διαιρούμενα κλιματιστικά, με την μόνη διαφορά ότι στις μονάδες multi split είναι δυνατή η σύνδεση περισσότερων από ένα εσωτερικών μηχανημάτων σε μία και μόνη εξωτερική μονάδα.

multi split system



Εικόνα 2.23: Πολλαπλή διαιρούμενη κλιματιστική μονάδα (Multi)

Αποτελούνται από μια εξωτερική μονάδα στην οποία μπορούν να συνδεθούν από δύο έως και πέντε εσωτερικές μονάδες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα τοποθέτησης σε διαφορετικά δωμάτια. Είναι ιδανική λύση για όσους επιθυμούν την ψύξη-θέρμανση πολλαπλών δωματίων χωρίς να αναγκαστούν να αγοράσουν ξεχωριστές μονάδες κλιματισμού για κάθε χώρο. Είναι σημαντικό να είναι όλες οι εσωτερικές μονάδες ρυθμισμένες στην ίδια κατάσταση λειτουργίας. Τα multi split είναι η ιδανική λύση όταν θέλουμε να εγκαταστήσουμε πολλά κλιματιστικά στον ίδιο χώρο, αλλά δεν έχουμε χώρο για να τοποθετήσουμε πολλές εξωτερικές μονάδες (ή δεν το θέλουμε για λόγους αρχιτεκτονικούς / αισθητικής).

2.3.5. ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Οι επιδαπέδιες μονάδες κλιματισμού (κλιματιστικά δαπέδου) προσφέρουν την λύση στις περιπτώσεις που θέλουμε να κλιματίσουμε έναν χώρο χωρίς να φαίνονται τα επίτοιχα κλιματιστικά. Η επιλογή αυτή συνήθως επιλέγεται για αρχιτεκτονικούς χώρους.



Εικόνα 2.24: Κλιματιστική μονάδα δαπέδου

Πέραν της αισθητικής, τα κλιματιστικά δαπέδου παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι τραβάνε αέρα από το δάπεδο (όπου ο αέρας είναι πιο κρύος), πράγμα που τα καθιστά ιδανική επιλογή για κλιματισμό μεγάλων ενιαίων χώρων και ψηλοτάβανων χώρων, τους οποίους τα κλιματιστικά τοίχου δεν θα ζέσταιναν ομοιόμορφα (λόγω του τρόπου με τον οποίο ανακυκλώνουν τον αέρα), αλλά θα ζέσταιναν περισσότερο τα ψηλότερα στρώματα του αέρα και λιγότερο τον αέρα κοντά στο δάπεδο. Έχουν τη δυνατότητα τοποθέτησης στο δάπεδο χωρίς να καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο και μπορούν πολύ εύκολα να τοποθετηθούν κάτω από κάποιο παράθυρο. Έχουν πολύ καλή θερμική απόδοση, είναι σχετικά αθόρυβες στη λειτουργία τους και εύκολες στη συντήρησή τους. Ωστόσο, σε σχέση με τις μονάδες τοίχου, δεν επιτυγχάνουν τόσο καλή ψύξη μια που ο θερμός αέρας έχει την τάση να συσσωρεύεται στα υψηλότερα επίπεδα του χώρου και έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς.

2.4. ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

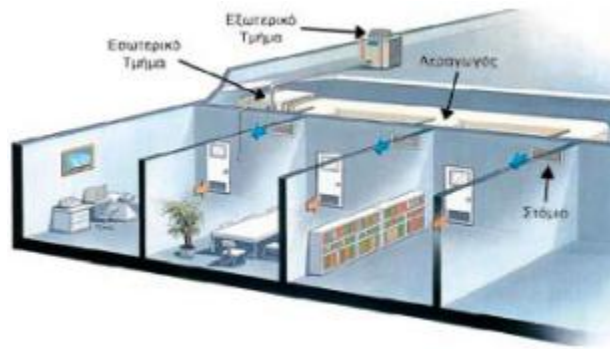
Οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού εξυπηρετούν κατά κανόνα περισσότερους από έναν χώρους (δωμάτια), ή μεγάλους ενιαίους χώρους. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι ένα διαμέρισμα ή ένας επαγγελματικός χώρος (π.χ. ένα εστιατόριο, σούπερ μάρκετ κλπ.) Οι ημικεντρικές μονάδες μπορεί να είναι διαιρούμενου τύπου ή και αυτοτελείς (μονομπλόκ).

Οι ημικεντρικές μονάδες μπορεί να είναι αερόψυκτες ή υδρόψυκτες, ανάλογα με το μέσο ψύξης του συμπυκνωτή. Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών, προτιμούνται οι αερόψυκτες μονάδες λόγω του μικρού κόστους αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησής τους.

Οι ημικεντρικές μονάδες διαιρούμενου τύπου διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- Στις ημικεντρικές μονάδες στις οποίες συνδέεται δίκτυο αεραγωγών και
- Στις μονάδες οι οποίες προσάγουν τον κλιματισμένο αέρα απευθείας στο χώρο που κλιματίζουν (τύπος «ντουλάπας»).

Στην πρώτη κατηγορία η κατανομή του αέρα στο χώρο γίνεται με μικρό δίκτυο αεραγωγών και στομίων προσαγωγής, μέσω των οποίων γίνεται ισοκατανομή του κλιματισμένου αέρα στους διάφορους χώρους.



Εικόνα 2.25: Ημικεντρική μονάδα συνδεδεμένη σε δίκτυο αεραγωγών.

Στις αυτοτελείς μονάδες κλιματισμού, όλα τα τμήματα της μονάδας αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο και περικλείονται σε κοινή μεταλλοκατασκευή. Η μονάδα αυτή τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου που κλιματίζει, γι' αυτό και είναι γνωστή στους τεχνικούς του κλιματισμού ως μονάδα τύπου οροφής (roof top).



Εικόνα 2.26: Σχηματική παράσταση μονάδας τύπου οροφής (Roof top).

Οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού περιέχουν μέσα στο κέλυφος τους όλα εκείνα τα εξαρτήματα που απαιτούνται ώστε να ικανοποιηθούν οι στόχοι του κλιματισμού του αέρα και μπορούν να συνδεθούν σε δίκτυο αεραγωγών, στην περίπτωση που το μέσο κλιματισμού του αέρα του χώρου είναι ο αέρας, ή σε δίκτυο σωληνώσεων όταν ο κλιματισμός του χώρου γίνεται με σύστημα νερού ή με αντίστοιχο μικτό (νερού/αέρα). Οι μονάδες αυτές παρέχουν τη δυνατότητα αφενός της ανανέωσης του εσωτερικού αέρα με τη λήψη της αναγκαίας ποσότητας ατμοσφαιρικού αέρα - είτε απευθείας είτε μέσω κατάλληλων αεραγωγών και των αντίστοιχων ελεγχόμενων διαφραγμάτων αέρα - και αφετέρου της ύγρανσης του, μέσω υγραντήρων ψεκασμού ή υγραντήρων ατμού.

Ανάλογα με τον τύπο του εξατμιστή του ψυκτικού κυκλώματος της μονάδας, αν είναι δηλαδή υδρόψυκτος ή αερόψυκτος, οι ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες διακρίνονται σε:

- αερόψυκτες
- υδρόψυκτες.

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών, προτιμώνται οι αερόψυκτες μονάδες λόγω του μικρού κόστους αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης τους. Οι αερόψυκτες ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες τοποθετούνται στο εξωτερικό περιβάλλον, ενώ το κλιματιστικό μέσο, μετά την επεξεργασία του στη μονάδα, μεταφέρεται μέσα στο χώρο με τους ανάλογους αγωγούς. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον κλιματισμό, κυρίως, μικρών κατοικιών και μικρών επαγγελματικών χώρων.

Οι υδρόψυκτες ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες τοποθετούνται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, ενώ για την ψύξη του συμπυκνωτή τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί πύργος ψύξης ή πόσιμο νερό εφόσον αυτό είναι διαθέσιμο και η επίπτωση στο λειτουργικό κόστος της μονάδας δεν κρίνεται ασύμφορη. Οι μονάδες αυτού του τύπου αναρροφούν τον αέρα του χώρου από το κάτω μέρος τους και, αφού τον επεξεργαστούν, τον εισάγουν και πάλι στο χώρο από το επάνω μέρος τους.

Οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού εξυπηρετούν κατά κανόνα περισσότερους από έναν χώρους ή μεγάλους ενιαίους χώρους. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι ένα διαμέρισμα ή ένας επαγγελματικός χώρος (π.χ. ένα εστιατόριο, σούπερ μάρκετ κλπ.). Οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις που είναι δύσκολο να εφαρμοστεί ένα μεγάλο κεντρικό δίκτυο αεραγωγών και αντί γι' αυτό υπάρχουν πολλά μικρά τοπικά δίκτυα.

Οι ημικεντρικές μονάδες μπορεί να είναι και πάλι αυτοτελείς (μονομπλόκ) ή διαιρούμενου τύπου, οι οποίες είναι γνωστές ως τύπου οροφής (roof top) και τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου που κλιματίζουν. Οι ημικεντρικές μονάδες διαιρούμενου τύπου διακρίνονται περαιτέρω σε αυτές:

- που συνδέονται σε δίκτυο αεραγωγών και
- που προσάγουν τον κλιματισμένο αέρα απευθείας στο χώρο που κλιματίζουν

Στην πρώτη κατηγορία η κατανομή του αέρα στο χώρο γίνεται με μικρό δίκτυο αεραγωγών και στομίων προσαγωγής, μέσω των οποίων γίνεται ισοκατανομή του κλιματισμένου αέρα στους διάφορους χώρους. Οι μονάδες τύπου ντουλάπας προσάγουν τον αέρα από ένα μόνο στόμιο προσαγωγής αέρα, που είναι τοποθετημένο στις μονάδες από το εργοστάσιο κατασκευής τους

2.4.1. ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΥΠΟΥ «ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ»

Πρόκειται για μεγάλα σε μέγεθος κλιματιστικά υψηλής ισχύος (48.000 BTU έως 72.000 BTU) τα οποία προορίζονται για τον κλιματισμό χώρων, συνήθως επαγγελματικών, άνω των 60 τ.μ.

Οι μονάδες τύπου «ντουλάπας» προσάγουν τον αέρα από ένα μόνο στόμιο προσαγωγής αέρα, που είναι τοποθετημένο στις μονάδες από το εργοστάσιο κατασκευής τους.



Εικόνα 2.27: Κλιματιστική μονάδα τύπου ντουλάπας



Εικόνα 2.28: Κλιματιστική μονάδα τύπου ντουλάπας.

Τα κλιματιστικά τύπου ντουλάπας είναι τα χειρότερα κλιματιστικά μηχανήματα από άποψη ενεργειακής απόδοσης, αλλά και άνεσης. Όσον αφορά στην απόδοση, οι ντουλάπες Inverter και μόνον αυτές ανήκουν στην καλύτερη περίπτωση στην κατηγορία A (την ίδια στιγμή που τα επίτοιχα και τα καναλάτα μηχανήματα υπάρχουν σε κατηγορίες μέχρι A+++). Όσον αφορά στην άνεση, τα κλιματιστικά τύπου ντουλάπας δεν παρέχουν μεγάλη άνεση, γιατί φυσάνε αέρα μεγάλης παροχής από ένα και μόνο στόμιο, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα οι άνθρωποι που κάθονται κοντά στο κλιματιστικό να ζεσταίνονται (όταν το κλιματιστικό λειτουργεί σε θέρμανση) ή να κρυώνουν (όταν λειτουργεί σε ψύξη) υπερβολικά. Παρ' όλα αυτά, δεν είναι λίγες οι φορές που το κλιματιστικό τύπου ντουλάπας μας λύνει τα χέρια και μας επιτρέπει να δροσίσουμε έναν χώρο χωρίς μεγάλο κόστος εγκατάστασης.

2.4.2. ΜΟΝΑΔΕΣ ΟΡΟΦΗΣ ΚΡΥΦΟΥ ΤΥΠΟΥ (ΚΑΝΑΛΑΤΟ)

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση τέτοιου τύπου μονάδων κλιματισμού είναι η τοποθέτηση ψευδοροφής μέσα στο διάκενο της οποίας βρίσκεται η εσωτερική μονάδα.

Οι εύκαμπτοι αγωγοί εισροής και εκροής του αέρα δεν είναι ορατοί. Το μόνο που φαίνεται είναι τα στόμια εξόδου του αέρα από τους αεραγωγούς. Από τα στόμια αυτά διανέμεται ο αέρας στον χώρο. Οι καναλάτες εσωτερικές μονάδες είναι ιδανικές για επαγγελματικούς χώρους (π.χ. δωμάτια ξενοδοχείων, καταστήματα κ.λπ.) και γενικά σε χώρους όπου για λόγους αισθητικής δεν θέλουμε να εγκαταστήσουμε εμφανείς εσωτερικές μονάδες.



Εικόνα 2.29: Κλιματιστική μονάδα τύπου καναλάτο



Εικόνα 2.30: Κλιματιστική μονάδα τύπου κασέτας

2.4.3. ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΥΠΟΥ «ΚΑΣΕΤΑΣ»

Τα κλιματιστικά αυτού του τύπου μοιάζουν αρκετά με τις μονάδες οροφής κρυφού τύπου μια που η εγκατάστασή τους προϋποθέτει την τοποθέτηση ψευδοροφής. Σε αντίθεση ωστόσο με του κρυφού τύπου, η εσωτερική μονάδα των κλιματιστικών τύπου κασέτας είναι ορατή.

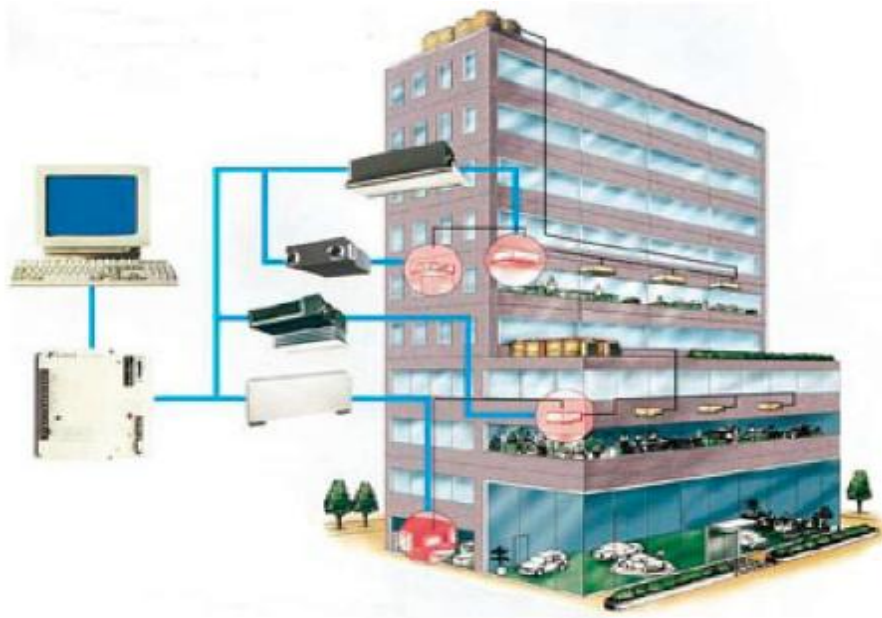
Τα κλιματιστικά τύπου κασέτας διασκορπίζουν τον κλιματιζόμενο αέρα καλύτερα στον χώρο και επιτρέπουν ευκολότερη συντήρηση λόγω του γεγονότος ότι η μάσκα του μηχανήματος από την οποία ο τεχνικός έχει πρόσβαση στο εσωτερικό του μηχανήματος είναι ορατή.²³

2.5. ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού κλιματίζουν ολόκληρο το κτίριο στο οποίο είναι εγκατεστημένες και είναι κατά κανόνα μονάδες για όλο το χρόνο (ψύξη και θέρμανση). Οι κεντρικές μονάδες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Στις μονάδες ή εγκαταστάσεις ψύξης - θέρμανσης με Ψύκτη νερού και κλασσικό λέβητα ζεστού νερού ή ατμού και
- Στις μονάδες που δίνουν ψύξη - θέρμανση με αναστροφή του κύκλου λειτουργίας, γνωστές ως αντλίες θερμότητας (Heat pumps).

Τα τελευταία χρόνια σε μοντέρνα συγκροτήματα κτιρίων εφαρμόζεται σύστημα κεντρικού κλιματισμού, με τοπικό έλεγχο της ποσότητας του εξαμιζόμενου ψυκτικού ρευστού. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό στους τεχνικούς που ασχολούνται με τον κλιματισμό ως σύστημα μεταβαλλόμενης ροής ψυκτικού ρευστού – VRF (Variable Refrigerant Flow), ή σύστημα μεταβαλλόμενου όγκου ψυκτικού ρευστού – VRV (Variable Refrigerant Volume) που αποτελεί και brand name της DAIKIN που το παρουσίασε πρώτη.



Εικόνα 2.31: Εγκατάσταση κεντρικού κλιματισμού με σύστημα VRV, που ελέγχεται από κεντρικό υπολογιστή.

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις κλιματισμού που μπορούν να καλύψουν μεγάλες απαιτήσεις (π.χ. ολόκληρου κτιρίου) και προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες, απαιτώντας όμως πολύπλοκες εσωτερικές εγκαταστάσεις. Η πιο απλή εγκατάσταση κεντρικού κλιματισμού είναι αυτή που διαθέτει ένα κεντρικό δίκτυο σωλήνων διανομής ζεστού ή/και κρύου νερού, ή ψυκτικού υγρού, που τροφοδοτεί τις διάφορες τοπικές κλιματιστικές μονάδες μέσα σε ένα κτίριο.

Αυτού του τύπου οι κλιματιστικές μονάδες κλιματίζουν ολόκληρο το κτίριο στο οποίο είναι εγκατεστημένες και είναι κατά κανόνα μονάδες για όλο το χρόνο (ψύξη/θέρμανση) και δεν παράγουν απευθείας θερμότητα ή ψύξη, αλλά συνδέονται με έναν Ψύκτη και ένα λέβητα, ή με μια μεγάλη αντλία θερμότητας, που τροφοδοτούν με ζεστό και κρύο νερό ή με ψυκτικό ρευστό τους εναλλάκτες θερμότητας των μονάδων αυτών.

Έτσι, οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- στις μονάδες ή εγκαταστάσεις ψύξης - θέρμανσης με Ψύκτη νερού και κλασσικό λέβητα ζεστού νερού ή ατμού και
- στις μονάδες που δίνουν ψύξη - θέρμανση με αναστροφή του κύκλου λειτουργίας, γνωστές ως αντλίες θερμότητας (Heat pumps).

Κατασκευάζονται από τυποποιημένα τμήματα που συναρμολογούνται κατάλληλα μεταξύ τους και συνήθως συνδέονται με κεντρικό δίκτυο αεραγωγών το οποίο διανέμει τον αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους. Οι εναλλάκτες θερμότητας που είναι και τα κυριότερα εξαρτήματα τους, είναι διαφορετικά κατασκευασμένοι από αυτούς των μονάδων δωματίου. Αν και εκ πρώτης όψεως μοιάζουν, το στοιχείο μίας τέτοιας μονάδας έχει διαφορετικό μέγεθος και υπάρχουν διαφορές στους συλλέκτες και στο σύστημα ροής που είναι αντιρροή.

Επίσης, η κατασκευή τους είναι πολύ επιμελημένη χωρίς διαφυγές αέρα. Τέλος, οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού είναι ισχυρά θερμομονωμένες κατασκευές και αποτελούνται από πάνελ, το οποία είναι συνήθως κατασκευασμένα από δύο λεπτά φύλλα λαμαρίνας, όπου ανάμεσα τους έχει παρεμβληθεί ένα κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό, όπως είναι η διογκωμένη πολυουρεθάνη.

Η θερμομόνωση είναι απαραίτητη διότι οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού τοποθετούνται, συνήθως, σε μη κλιματιζόμενους χώρους και χωρίς την ισχυρή θερμομόνωση θα παρουσίαζαν μεγάλες απώλειες. Πιο συγκεκριμένα οι εξωτερικές μονάδες τους τοποθετούνται στην οροφή, στο περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου ή σε ειδικά διαμορφωμένο μηχανοστάσιο, ανάλογα με τον τύπο της μονάδας και πρέπει να υπάρχει δυνατότητα ελεύθερης κυκλοφορίας του εξωτερικού αέρα γύρω από τις εξωτερικές μονάδες.

Τα βασικά τμήματα που συγκροτούν μία κεντρική κλιματιστική μονάδα είναι τα εξής:

- Στοιχεία θέρμανση ή ψύξη του αέρα.
- Σταγονοσυλλέκτης
- Τμήμα θέρμανσης του αέρα (με ατμό ή ψεκασμό)
- Τάμπελες ή χειροκίνητα για τη ρύθμιση της ροής
- Κιβώτιος νωπού αέρα - αέρα ανακυκλοφορίας
- Φίλτρα καθαρισμού του αέρα από τη σκόνη (Κιβώτιο με φίλτρα σε ρόλο)
- Ένα τουλάχιστον ισχυρός φυγοκεντρικός ανεμιστήρας
- Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις για αναθέρμανση του αέρα
- Κιβώτιος απόσβεσης θορύβου (ηχοπαγίδα)
- Τμήμα οικονομίας ενέργειας
- Κιβώτιος παράκαμψης
- Τμήμα χωρισμού πολλαπλών ζωνών
- Κενά κιβώτια (περισσότερο γνωστά ως plenum)
- Όργανα αυτοματισμού

Σε κεντρικές εγκαταστάσεις που κυκλοφορεί νερό, απαιτούνται αντλίες οι οποίες κυκλοφορούν το ζεστό και το κρύο νερό από την εξωτερική μονάδα στους διάφορους

τύπους εναλλακτών, που βρίσκονται στους εσωτερικούς χώρους, για να κλιματίσουν τον αέρα. Όταν χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών μονάδων, τότε το σύστημα είναι γνωστό σαν μονάδα απευθείας εκτόνωσης ή με την εμπορική ονομασία VRV (Variable Refrigerant Volume).

Το ψυκτικό ρευστό κυκλοφορεί μέσα σε μικρής διαμέτρου σωλήνες. Μια τέτοιου είδους εγκατάσταση είναι σχετικά εύκολη σε νέες κατασκευές, αφού δεν χρειάζονται μεγάλα ανοίγματα ώστε να περάσουν οι σωληνώσεις και έτσι, δεσμεύεται μικρός χώρος μέσα στο κτίριο.

Σε υπάρχοντα, όμως, κτίρια είναι πιο δύσκολο να γίνει μια κεντρική εγκατάσταση, εκτός εάν, παράλληλα, γίνεται ανακαίνιση όλου του κτιρίου. Στη συνέχεια αναλύονται τα κυριότερα εξαρτήματα τα οποία βρίσκονται σε μία κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Το στοιχείο

Το στοιχείο ψύξης ή θέρμανσης τροφοδοτείται με κρύο ή/και ζεστό νερό το οποίο προέρχεται ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης είτε από Ψύκτη είτε από λέβητα. Στο τμήμα των στοιχείων, αν απαιτείται, τοποθετείται και ο Σταγονοσυλλέκτης. Το κατά πόσο χρειάζεται ο Σταγονοσυλλέκτης εξαρτάται από την τιμή του SHF και από την ταχύτητα του αέρα. Συνήθως δεν χρειάζεται για ταχύτητα αέρα μικρότερη από 2.5 m/s.

Ο ανεμιστήρας

Οι ανεμιστήρες των κεντρικών μονάδων κλιματισμού μπορεί να είναι υψηλής ή χαμηλής πίεσης. Η λειτουργία τους βρίσκεται από τα διαγράμματα με τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας τους. Κατά την παραγγελία μίας κεντρικής μονάδας κλιματισμού, δίνεται η ολική πτώση πίεσης του δικτύου των αεραγωγών καθώς και η επιθυμητή παροχή του αέρα. Ο κατασκευαστής της μονάδας θα προσθέσει στην πτώση πίεσης των αεραγωγών την πτώση μέσα στην κεντρική μονάδα κλιματισμού και θα βρει την συνολική ολική πτώση πίεσης που πρέπει να καλύπτει ο ανεμιστήρας. Βάσει αυτής και της επιθυμητής παροχής αέρα θα επιλέξει τον ανεμιστήρα.

Τα Τάμπερ

Τα Τάμπερ χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της παροχής του αέρα. Είναι διαφόρων ειδών, χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα ή ακόμη και τηλεχειριζόμενα.

Η ηχοπαγίδα

Η ποιότητα του αέρα στο χώρο έχει σχέση και με τη στάθμη του θορύβου. Οι ανεμιστήρες προκαλούν ισχυρό θόρυβο και αυτός δεν θα πρέπει να μεταφέρεται στο χώρο. Για την απόσβεση του θορύβου χρησιμοποιούνται οι ηχοπαγίδες. Αυτές αποτελούνται από διαχωριστικά (splitters) κατασκευασμένα από κατάλληλο υλικό απόσβεσης του θορύβου, που έχουν πάχος συνήθως από 100-200 mm και μήκος από 500 μέχρι 2000 mm. Τοποθετούνται κατά τη διεύθυνση της ροής του αέρα. Το κενό ανάμεσα σε δύο διαδοχικά διαχωριστικά ποικίλει συνήθως από 50 μέχρι 250 mm. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος και το μήκος των διαχωριστικών και όσο μικρότερη η απόσταση μεταξύ τους, τόσο καλύτερη είναι η απόσβεση του ήχου που επιτυγχάνεται. Θόρυβος όμως μπορεί να δημιουργείται και σε άλλα σημεία του δικτύου ή ακόμη να μην υπάρχει διαθέσιμος χώρος οπότε οι ηχοπαγίδες να μην είναι

δυνατό να τοποθετηθούν μέσα στην ΚΚΜ. Τότε η λύση είναι να τοποθετηθούν στον αεραγωγό.

Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις

Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις, όταν υπάρχουν, χρησιμοποιούνται για την αναθέρμανση του αέρα το καλοκαίρι. Σχεδόν κατά κανόνα τις τοποθετούν μακριά από τα σημεία που δημιουργείται υγρασία και συχνά τοποθετούνται μέσα στον αεραγωγό ή στην έξοδο του ανεμιστήρα που στέλνει το αέρα στους χώρους.

Οι υγραντήρες

Οι υγραντήρες είναι βασικά εξαρτήματα για τη λειτουργία κατά το χειμώνα. Το μειονέκτημα τους είναι ότι χρειάζονται αυξημένη συντήρηση και έχουν περισσότερους κινδύνους, ιδίως αν υπάρχουν ηλεκτρικές αντιστάσεις στις μονάδες. Κατά κανόνα, μετά από το τμήμα ύγρανσης, τοποθετείται Σταγονοσυλλέκτης. Περισσότερο ασφαλές είναι όταν ψεκάζεται ατμός αντί για νερό. Υπάρχουν, ακόμη, υγραντήρες με καταιονισμό νερού (Air washers) στους οποίους το νερό πέφτει μέσα στο τμήμα ύγρανσης της μονάδας, σε πολύ μεγάλες ποσότητες, με αποτέλεσμα ο αέρας να εξέρχεται από εκεί σχεδόν σε κατάσταση κορεσμού.

Υψηλό βαθμό ύγρανσης επιτυγχάνουν οι υγραντήρες τύπου pan. Σε αυτούς, στο τμήμα ύγρανσης υπάρχουν δοχεία γεμάτα με νερό και κάθετες επιφάνειες που είναι συνεχώς υγρές. Κατά τον τρόπο αυτό υγραίνεται ο διερχόμενος αέρας σε πολύ μεγάλο βαθμό. Η ύγρανση μπορεί να γίνεται και από ανεξάρτητους υγραντήρες που θα τοποθετηθούν μέσα στο χώρο.

Το πρόβλημα φυσικά είναι σε ποια θέση θα τοποθετηθούν και αν ταιριάζουν αισθητικά στο χώρο. Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες ολόκληρου κτιρίου και προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες σε σύγκριση με τις τοπικές. Η εγκατάσταση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων, απαιτεί πολύπλοκες εσωτερικές εγκαταστάσεις.

Μία απλή εγκατάσταση κεντρικού κλιματισμού είναι εκείνη που διαθέτει ένα κεντρικό δίκτυο σωλήνων διανομής ζεστού ή αντίστοιχα κρύου νερού ή ψυκτικού υγρού. Αυτή η εγκατάσταση τροφοδοτεί τις διάφορες κλιματιστικές μονάδες του κτιρίου, οι οποίες εξυπηρετούν ολόκληρο το κτίριο. Αυτές οι μονάδες, δεν παράγουν απευθείας ψύξη ή αντίστοιχα θερμότητα, αντίθετα συνδέονται με έναν Ψύκτη και έναν λέβητα ή με μία μεγάλη αντλία θερμότητας.

Με αυτόν τον τρόπο, τροφοδοτούν με ζεστό και κρύο νερό ή αν έχουν, με ψυκτικό ρευστό τους εναλλάκτες θερμότητας των μονάδων. Οι κλιματιστικές μονάδες λοιπόν χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Στις μονάδες εγκατάστασης ψύξης/θέρμανσης με Ψύκτη νερού και λέβητα ζεστού νερού
- Στις μονάδες ψύξης/θέρμανσης με αναστροφή του κύκλου λειτουργίας. Αυτές οι μονάδες ονομάζονται και αντλίες θερμότητας (Heat pumps).

Η κατασκευή τους γίνεται από τυποποιημένα τμήματα, τα οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους με τον κατάλληλο τρόπο και έπειτα συνδέονται με ένα κεντρικό δίκτυο αεραγωγών, το οποίο διανέμει τον αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους. Τα

κυριότερα εξαρτήματα των εγκαταστάσεων αυτών είναι οι εναλλάκτες θερμότητας, που δεν έχουν όμως σχέση με τους εναλλάκτες των τοπικών μονάδων.

Επίσης, πρόκειται για μία πολύ μελετημένη κατασκευή χωρίς ίχνος διαφυγής αέρα. Είναι ισχυρά θερμό-μονωμένες κατασκευές και τα πάνελ τα οποία συμπεριλαμβάνουν είναι κατασκευασμένα από δύο λεπτά φύλλα λαμαρίνας όπου ανάμεσα τους έχει τοποθετηθεί ένα κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό.

Η θερμομόνωση τους κρίνεται απαραίτητη λόγω της εγκατάστασης των κεντρικών μονάδων σε μη κατάλληλους χώρους με αποτέλεσμα τον κίνδυνο μεγάλων απωλειών. Αναλυτικότερα, οι εξωτερικές μονάδες των εγκαταστάσεων αυτών, τοποθετούνται στην οροφή του εκάστοτε κτιρίου ή σε ειδικά μελετημένο και διαμορφωμένο μηχανοστάσιο. Σημαντικό είναι ότι στις εγκαταστάσεις απαιτείται προσοχή στον τύπο της μονάδας, διότι ανάλογα με το είδος του, πρέπει να υπάρχει και η δυνατότητα ελεύθερης κυκλοφορίας του εξωτερικού αέρα περιμετρικά από τις εξωτερικές μονάδες.

Τέλος, στις κεντρικές εγκαταστάσεις που κυκλοφορεί νερό, χρήζουν απαραίτητες οι αντλίες, στις οποίες κυκλοφορεί κρύο ή ζεστό νερό από την εξωτερική μονάδα στους διαφορετικούς τύπους εναλλακτών, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στους εσωτερικούς χώρους, έτσι ώστε να κλιματίζουν ανάλογα τον αέρα.

Το σύστημα που είναι γνωστό ως VRV (Variable Refrigerant Volume), είναι η περίπτωση που κυκλοφορεί ψυκτικό ρευστό μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών μονάδων. Σε αυτά τα συστήματα, οι σωλήνες είναι μικρής διαμέτρου και αυτού του είδους η εγκατάσταση είναι εύκολη σε νέες κατασκευές.

Η κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Την κεντρική μονάδα θερμικής επεξεργασίας, η οποία έχει την δυνατότητα να επεξεργάζεται αέρα. Τα συστήματα αυτά είναι γνωστά ως αέρα-αέρα. Μπορεί να επεξεργάζεται νερό, τα οποία συστήματα ονομάζονται συστήματα νερού-αέρα. Και τέλος η κεντρική μονάδα θερμικής επεξεργασίας, έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί ψυκτικό ρευστό και τα συστήματα αυτά είναι γνωστά ως συστήματα ψυκτικού-αέρα.
- Το δίκτυο αγωγών προσαγωγής θερμότητας, όπου πρόκειται για δίκτυο σωληνώσεων ή αεραγωγών.
- Στοιχεία τοπικής επεξεργασίας ή προσαγωγής και διαχύσεως της θερμότητας ή αντίστοιχα παραλαβής θερμότητας στον ή διαφορετικά από τον αέρα του χώρου. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η κεντρική εγκατάσταση περιλαμβάνει επίσης τα στοιχεία που παραλαμβάνουν και απομακρύνουν τον μολυσμένο αέρα.
- Τους αυτοματισμούς και τα αντίστοιχα συστήματα ελέγχου, τα οποία καθίστανται απαραίτητα για την προσαρμογή των μονάδων, καθώς και για της ίδια της κεντρικής εγκατάστασης, στις ανάγκες του χώρου.

2.6. Η ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

2.6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Η αντλία θερμότητας είναι μία διάταξη ή συσκευή η οποία αντλεί την θερμική ενέργεια από μια θερμή δεξαμενή (αναφέρεται ως δεξαμενή-πηγή) που βρίσκεται σε χαμηλή θερμοκρασία προς μια δεξαμενή (συνήθως αέρας ή νερό) που βρίσκεται σε περισσότερο υψηλή θερμοκρασία. Αυτό επιτυγχάνεται είτε:

- με την χρήση μηχανικού έργου είτε
- με την βοήθεια μιας θερμής δεξαμενής πολύ υψηλής θερμοκρασίας.

Οι μονάδες αυτού του τύπου μονοπωλούν την αγορά στον χώρο των τοπικών εγκαταστάσεων και σ' αυτές οφείλεται η τεράστια διάδοση του κλιματισμού τα τελευταία χρόνια. Η αντλία θερμότητας αποτελεί ένα σύστημα κλιματισμού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση.

Σε ψυχρά κλίματα είναι μάλιστα σύνηθες να χρησιμοποιούνται ευρέως αντλίες θερμότητας μόνο για θέρμανση ενώ στα θερμότερα κλίματα είναι σύνηθες η χρήση τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη. Οι συσκευές κλιματισμού απαιτούν γενικά μηχανικό έργο για την συντήρηση του θερμοδυναμικού κύκλου.

Ο όρος αντλία θερμότητας αναφέρεται σε μηχανές που λειτουργούν χρησιμοποιώντας συμπιεστή για την μεταφορά της ενέργειας ανάμεσα σε πηγή και δεξαμενή αποβολής με την χρήση διάταξης κυκλοφορητή, βαλβίδας αντεπιστροφής, εναλλάκτη θερμότητας και συμπιεστή, ώστε να μπορεί να αντιστραφεί η κατεύθυνση άντλησης της θερμικής ενέργειας.

Οι πιο κοινές πηγές άντλησης θερμότητας για τέτοιες μηχανές είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας και το έδαφος. Ανάλογα με την φύση της πηγής και αντίστοιχα της δεξαμενής αποβολής οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε αέρα-αέρα, αέρα- νερού, εδάφους-αέρα και εδάφους-νερού και σε άλλες κατηγορίες.²⁴

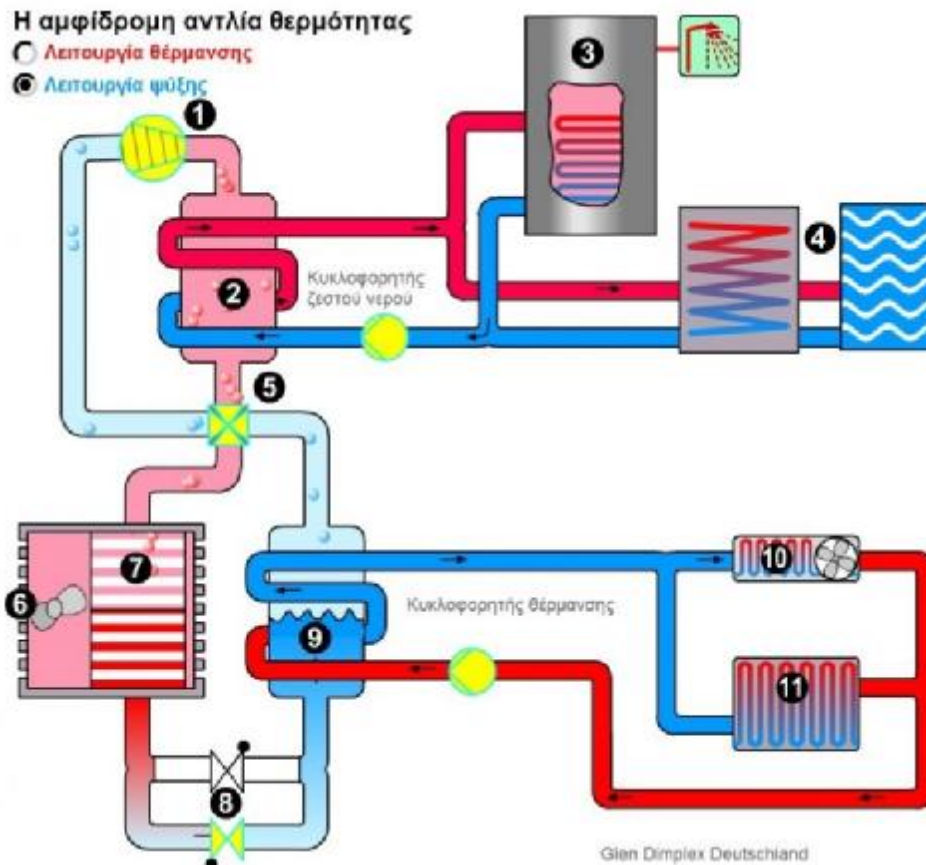
2.6.2. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αρχή της λειτουργίας μιας αντλίας θερμότητας βασίζεται στη θεωρητική αρχή της μηχανής του Carnot, με αντίθετη φορά. Εφαρμόζεται κυρίως σε ψυγεία, καταψύκτες και συσκευές κεντρικού κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια. Η διαφορά μιας αντλίας θερμότητας και ενός απλού κλιματιστικού είναι ότι η αντλία θερμότητας μπορεί να λειτουργήσει τόσο για θέρμανση αλλά και για ψύξη λειτουργώντας βάση του ίδιου θερμοδυναμικού κύκλου του οποίου η λειτουργία μπορεί να αντιστραφεί ανάλογα με την ανάγκη (θέρμανση ή ψύξη). Επίσης η αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας εξηγεί και την δυνατότητα να αναστρέφει την μετάδοση θερμότητας από ένα σημείο σε ένα άλλο.²⁵



Εικόνα 2.32: Αντλία θερμότητας για οικιακή χρήση.²⁶

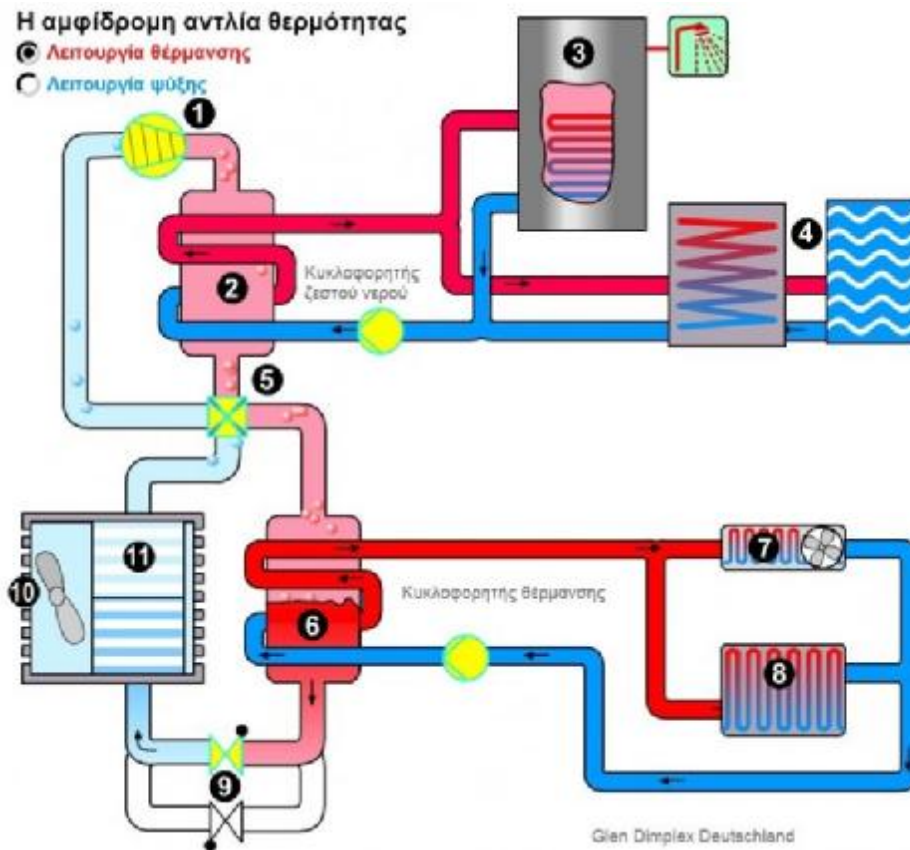
Οι αντλίες θερμότητας έχουν αρκετά περισσότερη ενεργειακή απόδοση από άλλα συστήματα κλιματισμού και γενικά ψύξης / θέρμανσης. Αυτό συμβαίνει γιατί, αντί να καταναλώνει καύσιμα ή ενέργεια από κάποια άλλη συμβατική πηγή, αυτό που κάνει είναι να "μεταδίδει την θερμότητα". Για αυτό το λόγο οι αντλίες θερμότητας είναι μέχρι πέντε φορές περισσότερο αποδοτικές, από ενεργειακή πλευρά, από άλλα συστήματα κλιματισμού. Η αντλία θερμότητας, επίσης, επιτρέπει την αναστροφή του κύκλου του ψυκτικού. Αυτό που κάνει είναι να αντλεί ενέργεια από το εξωτερικό περιβάλλον και μεταφέρει τη θερμότητα στο εσωτερικό.²⁷



Εικόνα 2.33: Αρχή λειτουργίας για αντλία θερμότητας σε λειτουργία ψύξης.²⁸

Το κόστος λειτουργίας των αντλιών θερμότητας εξαρτάται μόνο από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις το κόστος αυτό είναι αισθητά χαμηλότερο από το κόστος λειτουργίας και συντήρησης μικρής εγκατάστασης κλασικού συστήματος κεντρικής θέρμανσης με ζεστό νερό και θερμαντικά σώματα. Η αντλία θερμότητας, εκμεταλλευόμενη ποσά θερμότητας του φυσικού περιβάλλοντος, δίδει συχνά την οικονομικότερη λύση για τον κλιματισμό μεμονωμένων χώρων ή μικρών κτιρίων. Ακόμη, δε συμβάλλει στη ρύπανση του περιβάλλοντος και η εγκατάσταση δεν απαιτεί μεγάλους χώρους. Έχει την ικανότητα να θερμαίνει ή να ψύχει ένα χώρο ανάλογα με τις απαιτήσεις του καταναλωτή, πράγμα, που βέβαια δεν προσφέρει το κοινό καλοριφέρ. Για ήπια κλίματα σαν της χώρας μας, η αντλία θερμότητας παρουσιάζει υψηλό συντελεστή απόδοσης.²¹

Σε μεγάλες εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας, η κίνηση δίνεται από μια μηχανή diesel. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός απόδοσης της λειτουργίας της αντλίας θερμότητας είναι σημαντικά μικρότερος σε σχέση με την άμεση καύση πετρελαίου. Αυτό συμβαίνει επειδή το κόστος εγκατάστασης μιας αντλίας θερμότητας είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο κόστος ενός συμβατικού καλοριφέρ και ο συντελεστής απόδοσης της αντλίας θερμότητας, μειώνεται κατά πολύ σε περιόδους που οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος είναι μεγάλες.²¹



Εικόνα 2.34: Αρχή λειτουργίας για αντλία θερμότητας σε λειτουργία θέρμανσης.²⁰

Η αντλία θερμότητας εφαρμόζεται χωρίς δυσκολίες στις κατοικίες αλλά και στον επαγγελματικό κτιριακό τομέα, προσφέροντας μείωση (μακροπρόθεσμα ή σε ειδικές περιπτώσεις) των απαιτήσεων σε πετρέλαιο ή οποιαδήποτε άλλη συμβατική πηγή ενέργειας, για θέρμανση από 30 -50 % . Για τον κλιματισμό, δροσισμό ή θέρμανση / ψύξη, ανεξάρτητων ή επιλεγμένων χώρων, οι αντλίες θερμότητας αποτελούν ίσως την ιδανικότερη λύση, τόσο με κριτήριο την αποτελεσματικότητα, όσο και το χαμηλό κόστος.

2.6.3. ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Γνωρίζουμε από το 2^ο θερμοδυναμικό αξίωμα, ότι η θερμότητα μεταδίδεται μόνη της από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης και ποτέ προς την αντίθετη κατεύθυνση. Και εδώ όμως, η αντιστροφή της φυσικής αυτής κινήσεως είναι δυνατή με την κατανάλωση κάποιας μορφής ενέργειας, π.χ. ηλεκτρικής και την προσφορά αυτής μέσω της αντλίας θερμότητας. Έτσι, με τη βοήθεια μιας πηγής ηλεκτρικού ρεύματος και ενός ψυκτικού κύκλου συμπίεσεως ατμού επιτυγχάνεται η μεταφορά (προς ένα χώρο ή από ένα χώρο) ποσού ενέργειας διπλάσιου ή και τριπλάσιου της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.²¹

Το έργο που παράγεται (στον συμπιεστή) W προστίθεται στη θερμότητα που μεταφέρεται Q_1 και έτσι έχουμε:

$$Q_1 + W = Q_2$$

Δηλαδή με την αντλία θερμότητας παίρνουμε μεγαλύτερο ποσό ενέργειας από το έργο που καταναλώνουμε και αυτό είναι φυσικό, αφού τη θερμότητα δεν την παράγουμε με το έργο που δαπανούμε, αλλά την αποσπούμε από το εξωτερικό περιβάλλον ή από τον χώρο και τη μεταφέρουμε αντίστοιχα στον χώρο ή το περιβάλλον.²¹

Για τη λειτουργία της μηχανής Carnot απαιτούνται δύο θερμοδοχεία. Ένα θερμοδοχείο υψηλής (T1) και ένα χαμηλής θερμοκρασίας (T2). Κατά τη λειτουργία της μηχανής αυτής έχουμε την παραγωγή έργου με πρόσδοση θερμότητας. Σε ιδανικές συνθήκες πλήρους αντιστρεψιμότητας και χωρίς απώλειες θερμότητας, ο συντελεστής αποδόσεως του κύκλου αυτού δίδεται από τη σχέση:

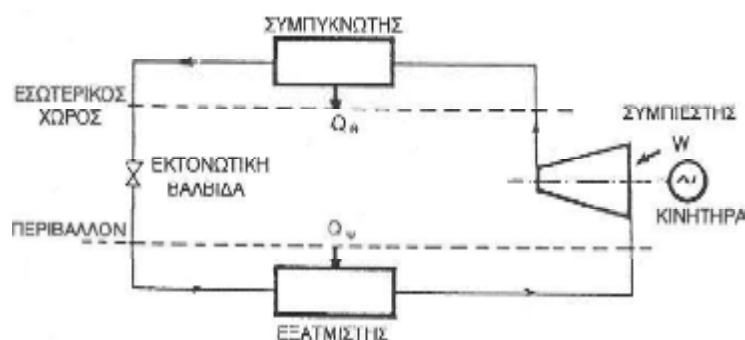
$$\eta = (T1 - T2)/T1.$$

Η αντιστροφή της λειτουργίας του παραπάνω κύκλου, αποδίδει τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας. Εδώ έχουμε την παραγωγή ψυκτικής (θερμαντικής) ισχύος με κατανάλωση μηχανικού έργου. Ο συντελεστής, αποδόσεως της αντλίας θερμότητας σε ιδανικές συνθήκες, ο οποίος χαρακτηρίζει και την ποιότητα της, δίνεται από το αντίστροφο του συντελεστή, που αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως COP : συντελεστή, που αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως COP :

$$COP = T1 / (T1 - T2)$$

Ο ειδικός αυτός "βαθμός αποδόσεως" (Coefficient of Performance) στην Τ.Ο.ΤΕΕ 2423 χαρακτηρίζεται με τον όρο "συντελεστής λειτουργίας" και κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 2,5 και 3,5.²¹

Ο θερμοδυναμικός κύκλος που αναφέρεται στη διαδοχική ατμοποίηση και υγροποίηση ενός ρευστού, αποτελεί την αφετηρία μελέτης (και λειτουργίας) της αντλίας θερμότητας. Η απλοποιημένη κατασκευαστική αρχή του κύκλου και οι θερμοδυναμικές μεταβολές σε διάγραμμα εντροπίας φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν.



Εικόνα 2.35: Η απλοποιημένη κατασκευαστική αρχή του κύκλου.²⁹

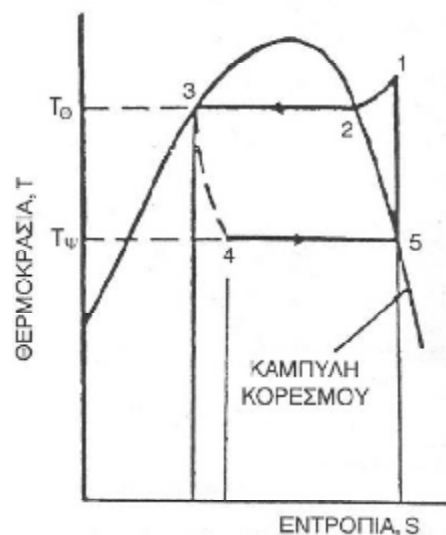
Μεταβολή 1 – 2: Ο συμπιεσμένος και υπέρθερμος ατμός εισέρχεται στον συμπυκνωτή, ψύχεται μέχρι την κατάσταση κορεσμού και αποδίδει θερμότητα. Η πίεση παραμένει σταθερή, ενώ έχουμε μικρή πτώση της θερμοκρασίας του ατμού.

Μεταβολή 2 – 3: Ο κορεσμένος ατμός που βρίσκεται μέσα στον συμπυκνωτή, αρχίζει να υγροποιείται υπό σταθερή πίεση, ενώ συγχρόνως αποδίδει τη μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας.

Μεταβολή 3 – 4: Το υγροποιημένο ρευστό εγκαταλείπει τον συμπυκνωτή, περνάει από την εκτονωτική βαλβίδα και ελαττώνεται η πίεση του. Η μεταβολή, αυτή είναι ισενθαλπική, μη αντιστρεπτή και συνοδεύεται από μεγάλη πτώση της θερμοκρασίας.

Μεταβολή 4 – 5: Το υγρό εισέρχεται στον εξατμιστή, παίρνει θερμότητα από την ψυχρή πηγή και ατμοποιείται με σταθερή πίεση και θερμοκρασία. Η αύξηση της ενθαλπίας είναι ισοβαρής.

Μεταβολή 5 – 1: Ο ατμός, που βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού, εισέρχεται στον συμπιεστή. Με τη συμπίεση, η οποία θεωρητικά είναι ισεντροπική, ενώ στην πράξη περίπου ισεντροπική και αρκετά αδιαβατική, λόγω ταχύτητας, ανεβαίνει η θερμοκρασία, η ενθαλπία και η πίεση του ατμού.²³



Εικόνα 2.36: Οι θερμοδυναμικές μεταβολές σε διάγραμμα εντροπίας.²³

2.6.4. ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας, όπως αναφέραμε παραπάνω, είναι ίδια με αυτή που εφαρμόζεται στα κλασσικά ψυγεία, όπου η θερμότητα αναγκάζεται να μεταφερθεί από τον χώρο που θέλουμε να ψύξουμε, π.χ. ψυγείο (~ 5°C) στον χώρο του περιβάλλοντος, δηλαδή περίπου στους 20°C.

Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση και μπορούν να μεταφέρουν θερμότητα από το περιβάλλον σε έναν χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε, ενώ οι αντλίες θερμότητας που εγκαθιστούμε για ψύξη μπορούν να μεταφέρουν θερμότητα από ένα χώρο που ψύχεται, προς το περιβάλλον. Συνήθως οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται και για θέρμανση αλλά και για ψύξη ενός χώρου, χωρίς αυτό να είναι σίγουρο, διότι σε πολλές περιπτώσεις μία αντλία θερμότητας λειτουργεί αποκλειστικά για θέρμανση. Παράδειγμα οι αντλίες υψηλής θερμοκρασίας δουλεύουν μόνο για θέρμανση ενώ οι αντλίες χαμηλής δουλεύουν και στους δύο κύκλους.³⁰



Εικόνα 2.37: Αντλία θερμότητας λειτουργίας αέρα/αέρα³¹

Ως επίδοση μιας αντλίας θερμότητας ορίζεται ο λόγος της ωφέλιμης ενέργειας προς την ενέργεια που δαπανάται:

$$\text{Βαθμός επίδοσης} = \frac{\text{Ενέργεια που λαμβάνεται}}{\text{Ενέργεια που δαπανάται}}$$

Για την περίπτωση της λειτουργίας σε θέρμανση είναι:

$$\text{Βαθμός επίδοσης θέρμανσης} = \frac{\text{Ενέργεια που δίνεται στον θερμαινόμενο χώρο}}{\text{Ηλεκτρική Ενέργεια για την κίνηση του συμπιεστή}} = \frac{Q_h}{W}$$

Για την περίπτωση της λειτουργίας σε ψύξη είναι:

$$\text{Βαθμός επίδοσης θέρμανσης} = \frac{\text{Ενέργεια που αφαιρείται από τον ψυχόμενο χώρο}}{\text{Ηλεκτρική Ενέργεια για την κίνηση του συμπιεστή}} = \frac{Q_c}{W}$$

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την απόδοση μιας αντλίας θερμότητας.

- Ο στιγμιαίος βαθμός επίδοσης COP (Coefficient of Performance) και
- ο εποχιακός βαθμός επίδοσης HSPF (Heating Seasonal Performance Factor).

Ο βαθμός επίδοσης συναντάται και με τον όρο “συντελεστής συμπεριφοράς”, και είναι πάντοτε μεγαλύτερος από τη μονάδα. Ο στιγμιαίος βαθμός επίδοσης COP είναι ο πιο συνηθισμένος δείκτης για την επίδοση μιας αντλίας θερμότητας. Είναι ο λόγος της ωφέλιμης ισχύος σε (W) προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ισχύ σε (W). Οι τιμές του συνήθως κυμαίνονται από 2 έως 4 για τις αντλίες θερμότητας με πηγή τον αέρα.¹²



Εικόνα 2.38: Αντλία θερμότητας λειτουργίας αέρα/νερού³²

Στην περίπτωση των αντλιών θερμότητας με πηγή το νερό ή το έδαφος, η τιμή του COP κυμαίνεται συνήθως από 3 έως 5. Για την περίπτωση της χειμερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

Για την περίπτωση της χειμερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

$$COP_H = \frac{\text{Θερμική Ισχύς Συμπυκνωτή (W)}}{\text{Ηλεκτρική Ισχύς συμπιεστή (W)}} = \frac{q_H}{W}$$

Για την περίπτωση της θερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

$$COP_C = \frac{\text{Ψυκτική Ισχύς Εξατμιστή (W)}}{\text{Ηλεκτρική Ισχύς συμπιεστή (W)}} = \frac{q_C}{W}$$

Για την περίπτωση της θερινής λειτουργίας σε ψύξη, χρησιμοποιείται συχνά και ο λόγος ενεργειακής απόδοσης EER (Energy Efficiency Ratio). Ο λόγος αυτός ορίζεται ως:

$$EER = \frac{\text{Ψυκτική Ισχύς Εξατμιστή (Btu/h)}}{\text{Ηλεκτρική Ισχύς συμπιεστή (W)}} = \frac{q_C}{W}$$

Επειδή 3.412 Btu/h = 1 W, η τιμή EER=10 είναι ισοδύναμη με COPC= 10/3.412 = 2.93.

Γενικά μία αντλία θερμότητας θεωρείται ότι έχει ικανοποιητική επίδοση, εάν EER>10. Οι δείκτες COP και EER βασίζονται σε εργαστηριακές μετρήσεις και δεν μπορούν να αποδώσουν τη συμπεριφορά μιας αντλίας θερμότητας σε μακρόχρονη λειτουργία. Αντίθετα ο εποχιακός βαθμός απόδοσης HSPF αποδίδει πιο ρεαλιστικά την συμπεριφορά μιας αντλίας θερμότητας σε εποχιακή βάση (εβδομάδα, μήνας, περίοδος). Ο εποχιακός βαθμός επίδοσης HSPF είναι ο λόγος της συνολικής ωφέλιμης ενέργειας σε (kWh) προς την συνολικά καταναλισκόμενη ηλεκτρική

ενέργεια σε (kWh), η οποία μπορεί να περιλαμβάνει και την κατανάλωση βοηθητικής ενέργειας (π.χ. από ηλεκτρική αντίσταση, ανεμιστήρες εξατμιστή και συμπυκνωτή).¹²

Για την περίπτωση της χειμερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

$$HSPF_h = \frac{\text{Θερμική Ενέργεια που αποδίδει ο συμπυκνωτής (kWh)}}{\text{Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)}} = \frac{Q_h}{W}$$

Για την περίπτωση της θερινής λειτουργίας ορίζεται ως:

$$HSPF_c = \frac{\text{Θερμότητα που αφαιρεί ο εξατμιστής (kWh)}}{\text{Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)}} = \frac{Q_c}{W}$$

Επιπλέον χρησιμοποιείται και ο λόγος της εποχιακής ενεργειακής επίδοσης SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) ο οποίος ορίζεται ως:

$$SEER = \frac{\text{Θερμότητα που αφαιρεί ο εξατμιστής (Btu)}}{\text{Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)}} = \frac{Q_c}{W}$$

Η εποχιακή επίδοση μιας αντλίας θερμότητας θεωρείται ικανοποιητική εάν $HSPF > 3$ ή αντίστοιχα $SEER > 10$. Ένας πολύ σπουδαίος φυσικός νόμος που ισχύει για κάθε αντλία θερμότητας είναι: Όσο μικρότερη είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του μέσου από το οποίο αντλείται η θερμότητα και της θερμοκρασίας του μέσου στο οποίο απορρίπτεται η θερμότητα, τόσο υψηλότερος είναι ο βαθμός απόδοσης.¹²



Εικόνα 2.39: Αντλία θερμότητας λειτουργίας νερού/νερού¹²

2.6.5. ΚΥΚΛΟΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Συχνά στα βιβλία και στην έρευνα αναφέρεται ότι η αντλία θερμότητας, "αντιστρέφει" τον κύκλο του ψυκτικού μέσου και ανάλογα με την περίπτωση έχουμε ψυκτικό κύκλο το καλοκαίρι ή "θερμικό" ή "θερμαντικό" κύκλο το χειμώνα. Πρέπει να τονίσουμε ότι μια ΑΘ δουλεύει πάντα με ψυκτικό κύκλο και ποτέ με θερμικό. Το μόνο που αντιστρέφεται είναι ο ρόλος των στοιχείων του συμπυκνωτή και του εξατμιστή. Έτσι, το καλοκαίρι ο εξατμιστής είναι μέσα στο ψυχόμενο χώρο και μας ψύχει, ενώ το χειμώνα ο εξατμιστής είναι στον εξωτερικό χώρο και ψύχει το περιβάλλον. Αντί να κάνουμε λοιπόν εμείς τις μεταφορές των συσκευών εξατμιστή-συμπυκνωτή από το

δωμάτιο μας στο μπαλκόνι, η αντλία θερμότητας με μια ειδική βαλβίδα αντιστρέφει τη ροή του ψυκτικού μέσου διατηρώντας φυσικό τον ψυκτικό κύκλο, στον οποίο συνεχίζεται κανονικά η προσφορά μηχανικού έργου.³³



Εικόνα 2.40: Αντλία θερμότητας λειτουργίας εδάφους/νερού

Η μελέτη του κύκλου για ψύξη μπορεί να γίνει ξεκινώντας από οποιοδήποτε σημείο του συστήματος. Ας αρχίσουμε λοιπόν από τη στιγμή που το ψυκτικό υγρό εισέρχεται στον εξατμιστή. Η είσοδος του ψυκτικού υγρού στον εξατμιστή ελέγχεται από μια εκτονωτική - στραγγαλιστική βαλβίδα. Η βαλβίδα αυτή ελαττώνει την πίεση του υγρού, το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία. Κατά την εξάτμιση, ποσά θερμότητας προσδίδονται στο υγρό που βρίσκεται σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία. Το ψυκτικό υγρό έχει μετατραπεί σε αέριο, το οποίο αποκτά υψηλή πίεση και θερμοκρασία με τη βοήθεια του συμπιεστή. Το αέριο υπό συμπίεση φθάνει στο συμπυκνωτή και προσδίδει ποσά θερμότητας στο μέσο συμπύκνωσης (αέρας ή νερό).

Στο στάδιο αυτό το συμπιεσμένο αέριο υγροποιείται. Το ψυκτικό υγρό φθάνει στην εκτονωτική βαλβίδα και ο κύκλος ξαναρχίζει. Ο κύκλος θέρμανσης περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με αυτόν της ψύξης. Μόνο που στην περίπτωση αυτή ο εξατμιστής εργάζεται σα συμπυκνωτής και ο συμπυκνωτής σαν εξατμιστής. Η μετατροπή του κύκλου από τη φάση θέρμανσης στη φάση ψύξης γίνεται με τη βοήθεια τετράοδης βαλβίδας.¹⁵

2.6.6. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

2.6.6.1. Κατηγοριοποίηση των αντλιών θερμότητας βάσει σκοπού χρήσης

Παρόλο που η γενική αρχή λειτουργίας όλων των αντλιών θερμότητας είναι η ίδια, οι τεχνικές λεπτομέρειες των αντλιών θερμότητας του εμπορίου μπορεί να διαφέρουν, ανάλογα με το σκοπό και τον τρόπο χρήσης για τον οποίο προορίζονται. Έτσι υπάρχουν διάφοροι τύποι και κατηγοριοποίηση αντλιών θερμότητας βάσει:¹¹

- το υλικό μέσο που αντλείται και κυκλοφορεί
- το είδος της κινητήριας μηχανής
- τη θέση των διαφόρων μηχανισμών
- τον τρόπο αναστροφής της λειτουργίας τους
- το είδος του κύκλου που χρησιμοποιείται

2.6.6.2. Ταξινόμηση αντλιών θερμότητας βάσει υλικού μέσου

Ανάλογα με το υλικό μέσο που αντλείται και κυκλοφορεί, σε κλειστό κύκλωμα, και το υλικό μέσο που αποβάλλεται στο περιβάλλον, οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται στις πέντε ακόλουθες κατηγορίες:

- Αέρα – Αέρα : Είναι ο πιο εμπορικός τρόπος.. Υπάρχουν δύο είδη κύκλου αέρα -αέρα. Ένας είναι αυτός στον οποίο η εναλλαγή από ψύξη σε θέρμανση γίνεται μέσω αλλαγής της ροής του ψυκτικού υγρού με τετράοδη βαλβίδα, οπότε εναλλάσσονται οι ρόλοι συμπυκνωτή και εξατμιστή. Άλλος τρόπος είναι αυτός στον οποίο εναλλάσσεται η διεύθυνση της ροής του κυκλοφορούντος εξωτερικού και εσωτερικού αέρα μέσω αεροδιαφραγμάτων (dampers). Στην περίπτωση αυτή η θέση του συμπυκνωτή και του εξατμιστή παραμένουν σταθερές, αλλά ο κλιματιζόμενος αέρας περνά από τον εξατμιστή το καλοκαίρι και από τον συμπυκνωτή τον χειμώνα.
- Αέρα – Νερού : Μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο για θέρμανση νερού σε οικιακή ή βιομηχανική εφαρμογή ή για θέρμανση και ψύξη νερού με τη χρήση τετράοδης βαλβίδας.
- Νερού – Νερού : Εδώ η αναστροφή λειτουργίας γίνεται τετράοδη βαλβίδα. Είναι όμως και εδώ πιο απλό και πρακτικό να γίνει η αντιστροφή αυτή με εναλλαγή του κύκλου του νερού.
- Νερού – Αέρα : Η πηγή είναι το νερό, ενώ ο αέρας είναι το μέσο μεταφοράς της θερμότητας, στον ή από τον κλιματιζόμενο χώρο.
- Εδάφους - Αέρα (και Εδάφους-Νερού) : Εδώ η επιτυχία του συστήματος εξαρτάται από την ποιότητα του εδάφους που περιβάλλει το θαμμένο στο έδαφος τμήμα της αντλίας θερμότητας, την υγρασία, τη σύνθεση, την πυκνότητα και ομοιομορφία του. Επίσης η διαβρωτικότητα του εδάφους και το υλικό των σωληνώσεων επηρεάζουν τόσο την ικανότητα στη μεταφορά θερμότητας, όσο και τον αριθμό των επισκευών που θα χρειαστούν κατά τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος. Αυτή είναι καθαρά γεωθερμική εφαρμογή ¹¹

2.6.6.3. Ταξινόμηση αντλιών θερμότητας βάσει κινητήριας μηχανής

Ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής, οι αντλίες θερμότητας κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες:

- Ηλεκτροκίνητοι συμπιεστές,

- Συμπιεστές κινούμενοι από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο, κ.λπ.),
- Συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας).



Εικόνα 2.41: Αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών ³⁴

Την τελευταία τριετία, ο όρος "αντλία θερμότητας", για τον περισσότερο κόσμο τείνει να αντικατασταθεί με τις αερόψυκτες αντλίες νερού (αντλίες αέρα / νερού) που έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για οικιακή χρήση. ¹¹

2.6.6.4. Ταξινόμηση αντλιών θερμότητας βάσει μηχανισμού

Ανάλογα με τη θέση των διαφόρων μηχανισμών της αντλίας θερμότητας, διακρίνουμε δύο κατηγορίες:

- Ενιαίες ή αυτόνομες (compact): Αντλίες θερμότητας οι οποίες εμπεριέχουν ολόκληρο τον εξοπλισμό τους σε μία συσκευή (χαρακτηρίζονται ως monobloc ή compact) και είναι κατασκευασμένες για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο, ώστε να "αντλούν" άμεσα ενέργεια από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Υπάρχουν βέβαια και κάποια μοντέλα τα οποία έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με αεραγωγούς, ώστε να είναι εφικτό να εγκατασταθούν και σε εσωτερικό χώρο.



Εικόνα 2.42: Αντλία θερμότητας compact³⁵

Αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου (split), που αποτελούνται από δύο συσκευές, την εσωτερική και το εξωτερική μονάδα. Σε αυτή την αντλία θερμότητας, το συγκρότημα το οποίο είναι και αυτό που "αντλεί" ενέργεια από τον ατμοσφαιρικό αέρα βρίσκεται στην εξωτερική μονάδα, ενώ το υδραυλικό συγκρότημα όπου είναι και η μονάδα που θα συνδεθεί με τις υδραυλικές σωληνώσεις θέρμανσης, βρίσκεται στην εσωτερική μονάδα.¹⁷



Εικόνα 2.43: Αντλία θερμότητας split³⁶

2.6.6.5. Ταξινόμηση αντλιών θερμότητας βάσει τρόπου εναλλαγής της λειτουργίας τους

Ανάλογα με τον τρόπο εναλλαγής της λειτουργίας των στοιχείων τους οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Σταθερού κυκλώματος (Σ.Κ.) ψυκτικού μέσου: Η ροή του ψυκτικού μέσου διατηρείται σταθερή και αλλάζει η θέση των μέσων προσαγωγής ή απαγωγής της θερμότητας,
- Μεταβλητού κυκλώματος (Μ.Κ.) ψυκτικού μέσου: Γίνεται αναστροφή της ροής του ψυκτικού μέσου ¹¹

2.6.6.6. Ταξινόμηση αντλιών θερμότητας βάσει του είδους του κύκλου που χρησιμοποιείται

Ανάλογα με το είδος του κύκλου που χρησιμοποιείται, οι αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε:

- Κλειστού κύκλου συμπιεσμένου ατμού
- Κύκλου μηχανικής ανασυμπιέσεως ατμού με εναλλάκτη θερμότητας
- Ανοικτού κύκλου ανασυμπιέσεως ατμού οδηγούμενης απορριπτόμενης θερμότητας από κύκλο Rankin ¹¹

2.6.7. ΠΗΓΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΝ ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ

Υπάρχουν αρκετές πηγές θερμότητας, μερικές από τις οποίες στη συνέχεια θα μελετήσουμε χωριστά:

Ο αέρας: Το πλεονέκτημα της πηγής αυτής είναι ότι βρίσκεται σε αφθονία στη φύση. Αν η εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα είναι πολύ χαμηλή, η αντλία δεν μπορεί να αντλήσει αρκετή θερμότητα από τον αέρα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα εφεδρικό συμβατικό σύστημα για να καλύπτει το φορτίο αιχμής. Το εφεδρικό σύστημα μπορεί να είναι λέβητας πετρελαίου ή αερίου, νυχτερινή ή ημερήσιο ηλεκτρική ενέργεια κ.λπ. Ένα άλλο πρόβλημα είναι το πάγωμα του εξαμιστή, όταν η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα είναι μικρότερη από τους 2 0 C.

Σήμερα όμως η πιο γνωστή μέθοδος είναι η αντιστροφή του κύκλου. Με τον τρόπο αυτό, όταν χρειαστεί απόψυξη, η τετράοδη βαλβίδα ενεργοποιείται και μπαίνει σε λειτουργία ο κύκλος σε φάση ψύξης, οπότε το ζεστό αέριο οδηγείται στον εξαμιστή και λιώνει τον πάγο. Κατά την απόψυξη ο εξωτερικός ανεμιστήρας σταματά να παρέχει κρύο αέρα, με αποτέλεσμα ο συμπιεστής να αντιμετωπίζει μόνο τα φορτία του πάγου. Ο εσωτερικός ανεμιστήρας είναι επίσης κλειστός. ³⁷

Το νερό: Επειδή το νερό του δημόσιου δικτύου είναι ακριβό, συχνά προτιμάται νερό από ιδιωτικές αντλήσεις. Προκύπτουν βέβαια αρκετές δαπάνες λειτουργίας, όπως είναι η συντήρηση των αντλιών φρεάτων, οι αποχετεύσεις του απορριπτόμενου νερού κ.λπ.

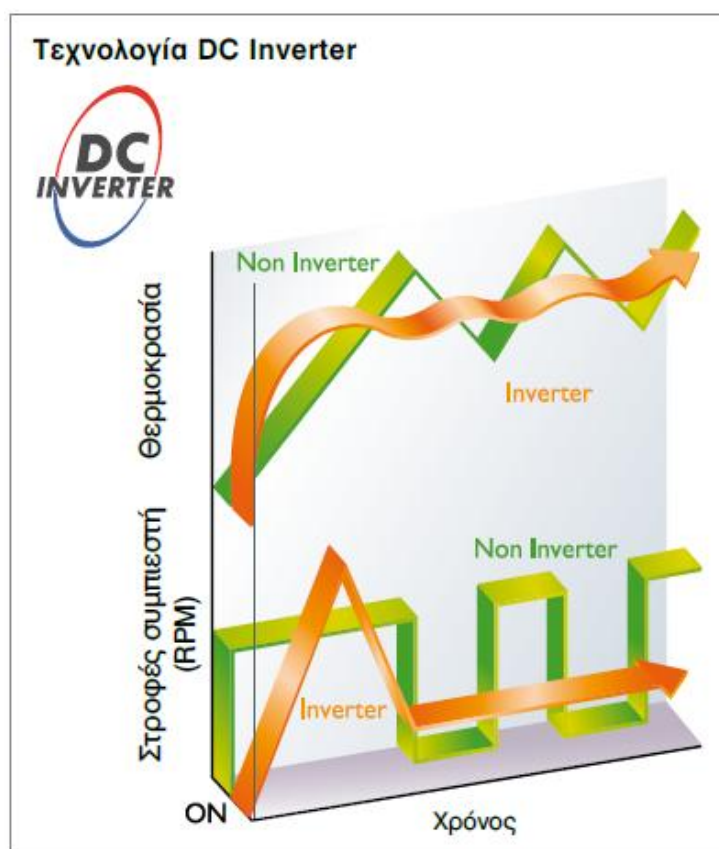
Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το νερό μιας λίμνης, ενός ποταμού ή ακόμα και το νερό της θάλασσας (έχει ήδη εφαρμοσθεί σε παραθαλάσσια ξενοδοχεία). Στην τελευταία περίπτωση πρέπει να μελετηθεί ιδιαίτερα ο τρόπος της υδροληψίας, γιατί αφενός μεν οι θαλάσσιοι οργανισμοί κλείνουν συχνά τις εισόδους των σωλήνων, αφετέρου δε η αναρρόφηση της άμμου με το νερό, προκαλεί προβλήματα φθοράς στις αντλίες και στους εναλλάκτες του συστήματος.³⁸

Το έδαφος : Η πηγή αυτή παρουσιάζει δύο βασικά προβλήματα ²⁰

- Την συντήρηση του στοιχείου και την αντιμετώπιση της διάβρωσης και των διαρροών
- Την απαιτούμενη μεγάλη έκταση για την παραλαβή και απόρριψη της θερμότητας στο έδαφος.
- Ο ήλιος, η γεωθερμική ενέργεια κ.α.

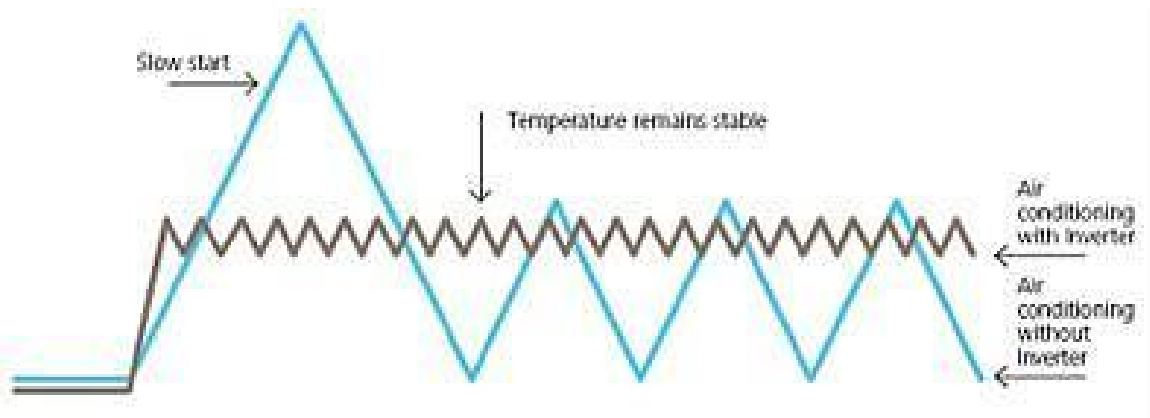
2.6.8. ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ INVERTER

Η τεχνολογία Inverter επιτρέπει στην αντλία να μεταβάλλει την απόδοσή της, διατηρώντας σταθερή ονομαστική ικανότητα θέρμανσης ακόμα και όταν η εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή. Επιπλέον με τη χρήση Inverter εξασφαλίζεται αθόρυβη λειτουργία των αντλιών θερμότητας ακόμα και στη μέγιστη ισχύ τους. Η καρδιά μιας αντλίας θερμότητας είναι ο συμπιεστής.



Εικόνα 2.44: Τεχνολογία Inverter ³⁹

Ο συμπιεστής περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός ασύγχρονου επαγωγικού -συνήθως τετραπολικού- κινητήρα. Πριν από την ύπαρξη των inverters ο κινητήρας τροφοδοτείται άμεσα με το AC ρεύμα συχνότητας 50 Hz και συνεπώς περιστρέφεται με ταχύτητα λίγο μικρότερη των 1500 rpm. Έτσι δεν υπήρχε η δυνατότητα να ρυθμίσουμε τις στροφές του. Παράλληλα υπήρχε το πρόβλημα με το υψηλό ρεύμα εκκίνησης που χαρακτηρίζει τους ασύγχρονους κινητήρες.²¹



Εικόνα 2.45: Τεχνολογία Inverter²¹

Ο DC Inverter παρεμβάλλεται μεταξύ της AC πηγής -μονοφασικής ή τριφασικής- και του κινητήρα και κάνει τα εξής:

- Πρώτα μετατρέπει το AC ρεύμα των 50 Hz σε DC με τη βοήθεια ενός ανορθωτή.
- Κατόπιν μετατρέπει το DC σε AC ρεύμα μεταβλητής συχνότητας από περίπου 5 Hz μέχρι περίπου 50 Hz.
- Το ρυθμιζόμενης συχνότητας ρεύμα τροφοδοτεί τον επαγωγικό κινητήρα και αυτός περιστρέφεται με ταχύτητα ανάλογη της συχνότητας.²¹

Το Inverter αποδίδει το κόστος επένδυσης στο πολλαπλάσιο διότι παρέχει μεγαλύτερη άνεση. Τα συστήματα κλιματισμού με Inverter ρυθμίζουν συνεχώς την ψυκτική και θερμαντική τους απόδοση ανάλογα με τη θερμοκρασία του χώρου, βελτιώνοντας έτσι τα επίπεδα άνεσης.

Το Inverter μειώνει το χρόνο εκκίνησης του συστήματος, οπότε ο χώρος φθάνει ταχύτερα στην επιθυμητή θερμοκρασία. Μόλις επιτευχθεί η σωστή θερμοκρασία, το Inverter διασφαλίζει ότι θα διατηρείται σταθερή. Επειδή το Inverter παρακολουθεί και προσαρμόζει τη θερμοκρασία του χώρου οπότε χρειάζεται, η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται κατά 30% σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα σταθερών στροφών.⁴⁰

2.6.9. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η αντλία θερμότητας λόγω των τεχνικών χαρακτηριστικών της και του κύκλου λειτουργίας της, που αναλύθηκαν παραπάνω, παρουσιάζει μια σειρά πλεονεκτημάτων σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης-κλιματισμού.⁴¹

- Με τη χρήση μιας αντλίας θερμότητας, πετυχαίνουμε έως και 6 φορές μεγαλύτερες αποδόσεις σε σύγκριση με τους τρόπους θέρμανσης που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα.
- Δεν ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με καυσαέρια αφού χρησιμοποιεί την καθαρή γεωθερμική ενέργεια και εκτοπίζει το ρυπογόνο πετρέλαιο. Με βάση την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/EC/RES Direc., αντλίες θερμότητας με υψηλό ονομαστικό και εποχικό βαθμό απόδοσης κατατάσσονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στην προστασία τους περιβάλλοντος.
- Συμβάλλει στην ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας καθώς χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα για τη μεταφορά θερμότητας από την πηγή στο χώρο θέρμανσης, που παράγεται ως επί το πλείστον από εγχώρια καύσιμα.
- Λειτουργεί με χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, με κόστος λειτουργίας μικρότερο από το 50% από αυτό που απαιτείται για θέρμανση με φυσικό αέριο και 30-40% λιγότερο από τα άλλα συστήματα για ψύξη.
- Έχει διπλή λειτουργία αφού με την ίδια εγκατάσταση μπορεί να επιτευχθεί ψύξη το καλοκαίρι και θέρμανση το χειμώνα. Οι Αντλίες Θερμότητας ανήκουν στα ασφαλέστερα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Δεν εκπέμπουν ρύπους τοπικά, δεν εμφανίζουν φλόγα, ή άλλες καύσεις αφού δεν χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή αέριο αλλά καθαρή ενέργεια από το περιβάλλον.
- Έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από εκείνη των συμβατικών συστημάτων. Απαιτεί ελάχιστη συντήρηση. Οι Αντλίες θερμότητας δεν χρησιμοποιούν καυστήρα και δεν εμφανίζουν καύση άρα δεν χρειάζονται κάθε χρόνο συντήρηση όπως συμβαίνει με τους λέβητες πετρελαίου και αερίου. Η λειτουργία τους μπορεί να συγκριθεί με αυτή ενός Air condition και άρα μηδαμινά έξοδα συντήρησης.
- Εξοικονομεί χώρο αφού δεν χρησιμοποιεί λεβητοστάσιο, καμινάδες και δεξαμενή καυσίμου. Έτσι, μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα σε ελάχιστο χώρο και μπορούν να θερμάνουν και να δροσίσουν με άνεση ολόκληρο σπίτι. Στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας εδάφους-νερού, τα πράγματα γίνονται κάπως πιο περίπλοκα, καθώς απαιτείται ειδική μελέτη και εργασίες στο εξωτερικό χώρο.
- Χαρίζει πρόσθετη αξία στο κτίριο λόγω χαμηλού κόστους κλιματισμού και υψηλής ποιότητας θερμική άνεση στους εσωτερικούς χώρους. Οι Αντλίες Θερμότητας μπορούν να εγκατασταθούν σε νέα ή παλιά κτίρια και μπορούν να συνδεθούν με υπάρχοντα θερμαντικά σώματα, σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού καθώς και με σώματα Fan Coils για θέρμανση και ψύξη. Επίσης μπορούν να συνδυαστούν και με το ήδη υπάρχον λεβητοστάσιο,

ή και με άλλες ανανεώσιμες πηγές, όπως για παράδειγμα τα ηλιακά συστήματα για υποστήριξη θέρμανσης.⁴¹

Τα μειονεκτήματα της αντλία θερμότητας είναι:

- Υψηλό κόστος εγκατάστασης. Ανάλογα με τη χρήση, η απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου γίνεται σε 5-7 χρόνια.
- Υψηλότερη στάθμη θορύβου στο εσωτερικό του θερμαινόμενου χώρου.

Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται η μειωμένη απόδοση σε περιοχές με ακραίες καιρικές θερμοκρασίες και το υψηλό κόστος της εγκατάστασης, το οποίο σε σχέση με τα άλλα συστήματα θέρμανσης υπερβαίνει το 50%. Ωστόσο αν σκεφτεί κανείς ότι η διαφορά αυτή στο κόστος εγκατάστασης καλύπτεται σιγά-σιγά από τις μειωμένες δαπάνες στα έξοδα για τη θέρμανση και την ψύξη, τότε από αυτή την άποψη οι αντλίες θερμότητας αποτελούν μια πολύ καλή και συμφέρουσα επιλογή. Βέβαια ο κάθε ένας πρέπει να σταθμίσει τα υπέρ και τα κατά και ανάλογα με την τοποθεσία της οικίας του και με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του να αποφασίσει εάν οι αντλίες θερμότητας είναι η ορθότερη και οικονομικότερη λύση για τον ίδιο.⁴¹ Η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας είναι οικονομική όταν υπάρχουν:

- Ευνοϊκά τιμολόγια ρεύματος.
- Υψηλό κόστος καυσίμου για λέβητες-καυστήρες.
- Υψηλός ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας.
- Ανάγκη θέρμανσης το χειμώνα και ψύξης το καλοκαίρι.

2.6.10. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

2.6.10.1. Απαραίτητες μονάδες αντλιών θερμότητας

Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας βασίζεται σε διάφορους ψυκτικούς κύκλους με επικρατέστερο αυτόν της συμπίεσης ατμών ενός ψυκτικού ρευστού. Για την λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας σύμφωνα με τον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών είναι απαραίτητες οι παρακάτω συσκευές:

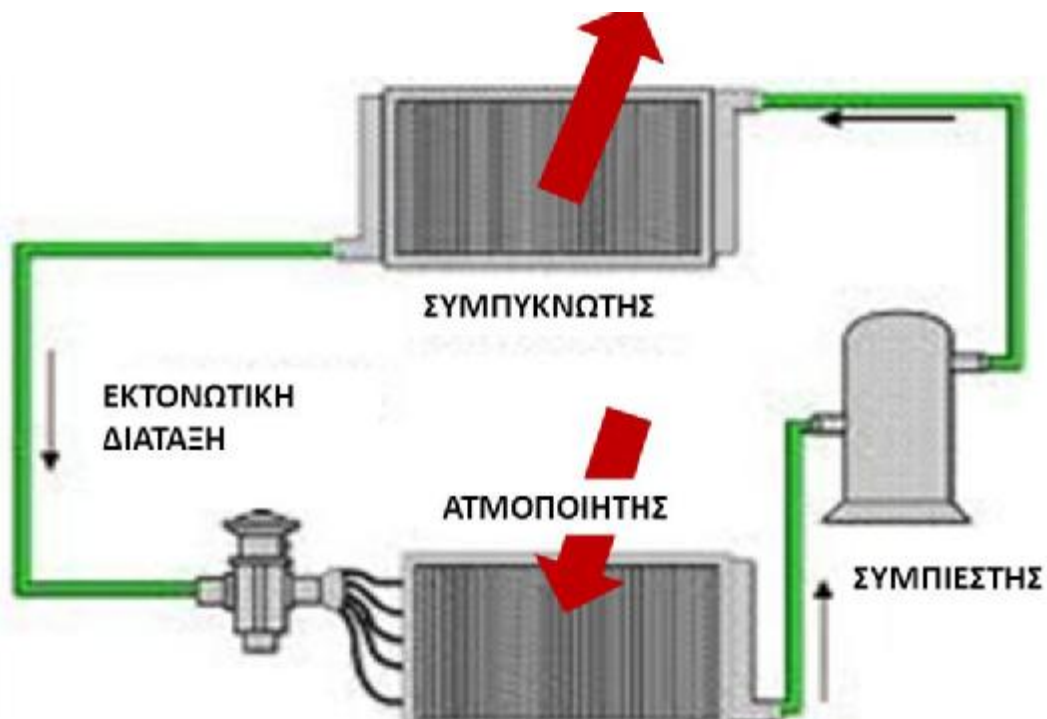
- ο συμπιεστής
- ο συμπυκνωτής
- ο εξαμιστής
- η εκτονωτική διάταξη
- η τετράοδη βαλβίδα.
- Το εργαζόμενο (ψυκτικό) ρευστό
- Ο μηχανισμός αντιστροφής της λειτουργίας του κύκλου

Οι συσκευές αυτές είναι κοινές για όλους τους τύπους των αντλιών θερμότητας που θα αναφερθούν στην συνέχεια.

Ο συμπιεστής είναι το πιο σημαντικό μηχανικό μέρος των συστημάτων που εργάζονται με βάση τον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών. Αναρροφά τους ατμούς του ψυκτικού ρευστού από τον εξατμιστή, τους συμπιέζει από τη χαμηλή πίεση στην υψηλή και καλύπτει τις απώλειες πίεσης στις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα του ψυκτικού κύκλου.

Ο συμπυκνωτής είναι το τμήμα της αντλίας θερμότητας από το οποίο αποβάλλεται η θερμότητα, δηλαδή είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας μεταξύ του ψυκτικού ρευστού και της πηγής/αποδέκτη θερμότητας. Κατά την θερμαντική λειτουργία, ο συμπυκνωτής αποδίδει θερμότητα στο μέσον ή το χώρο που πρέπει να θερμανθεί. Αντίστροφα κατά την ψυκτική λειτουργία ο συμπυκνωτής απορρίπτει θερμότητα στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες.

- Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνες με εξωτερικά πτερύγια (από χαλκό ή αλουμίνιο), μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό. Τα πτερύγια αυξάνουν την επιφάνεια εναλλαγής έτσι ώστε να γίνεται ευκολότερα η αποβολή της θερμότητας. Ο αέρας κυκλοφορεί με την βοήθεια ανεμιστήρα (εξαναγκασμένη κυκλοφορία) κάτι που καθιστά τον συμπυκνωτή ιδιαίτερα θορυβώδη και απόλυτα εξαρτημένο από την απαίτηση για συχνή συντήρηση (καθαρισμό, έλεγχο του ανεμιστήρα).
- Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές ψύχονται με την βοήθεια του νερού. Χρησιμοποιούνται στις αντλίες θερμότητας με πηγή/αποδέκτη θερμότητας το νερό ή το έδαφος. Κατασκευάζονται και αυτοί από Χαλκοσωλήνες.



Εικόνα 2.46: Κύκλωμα όπου διακρίνονται τα επιμέρους στοιχεία μιας αντλίας θερμότητας.

Ο εξατμιστής είναι το τμήμα της αντλίας θερμότητας που απορροφά θερμότητα από έναν χώρο ή ένα μέσον. Όπως ο συμπυκνωτής, έτσι και ο εξατμιστής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας μεταξύ ψυκτικού ρευστού και πηγής/αποδέκτη θερμότητας. Η απορρόφηση θερμότητας γίνεται με εξάτμιση του ψυκτικού μέσου υπό σταθερή πίεση. Οι εξατμιστές κατασκευάζονται από χαλκοσωλήνες, σε αντίστοιχους τύπους με τους συμπυκνωτές.

- Οι υδρόψυκτοι εξατμιστές συνδυάζονται με αντλίες θερμότητας που έχουν ως πηγή/αποδέκτη θερμότητας το νερό.
- Οι αερόψυκτοι εξατμιστές τοποθετούνται στις αντλίες θερμότητας με πηγή/αποδέκτη θερμότητας τον αέρα

Το μειονέκτημα των εξατμιστών είναι ότι λόγω της λειτουργίας τους, συχνά ρίχνουν την θερμοκρασία της πηγής θερμότητας σε πολύ χαμηλά επίπεδα, με κίνδυνο να σχηματιστεί πάγος στην επιφάνεια των σωλήνων. Αυτό μπορεί να προκαλέσει μηχανικές βλάβες στους σωλήνες, ενώ εμποδίζει και τη μετάδοση θερμότητας. Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος αυτός, στους υδρόψυκτους εξατμιστές κλειστού κυκλώματος χρησιμοποιείται διάλυμα αντιπηκτικού αντί για νερό. Αντίστοιχα, στους αερόψυκτους εξατμιστές ανοικτού κυκλώματος, όταν η θερμοκρασία της πηγής θερμότητας πέσει χαμηλά, ενεργοποιείται η διαδικασία της αποπάγωσης.

Εκτονωτική διάταξη: Η εκτονωτική διάταξη ρυθμίζει την ποσότητα του υγρού ψυκτικού ρευστού από τον συμπυκνωτή προς τον εξατμιστή και αλλάζει τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του ψυκτικού ρευστού έτσι ώστε από υγρό υψηλής πίεσης στην έξοδό του, να μετατρέπεται σε μίγμα υγρού-ατμού σταθερής χαμηλής πίεσης. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι εκτονωτικών διατάξεων που χρησιμοποιούνται στις αντλίες θερμότητας είναι η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα και ο τριχοειδής σωλήνας.

Τετράοδη Βαλβίδα. Η τετράοδη βαλβίδα ανάμιξης είναι η συσκευή μέσω της οποίας γίνεται η αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου από ψύξη σε θέρμανση. Η ενεργοποίησή της γίνεται από την διάταξη ελέγχου που έχει κάθε αντλία θερμότητας. Η επίδοση μιας αντλίας θερμότητας ορίζεται ο λόγος της ωφέλιμης ενέργειας προς την ενέργεια που δαπανάται.

Οι αυτοματισμοί που είναι αναγκαίοι για τον έλεγχο και τη λειτουργία του συστήματος.

2.6.10.2. Συντήρηση στις αντλίες θερμότητας

Η συντήρηση των αντλιών θερμότητας είναι καθαρά ένας προληπτικός έλεγχος όλων των συστημάτων της καθώς και της στάθμης του ψυκτικού υγρού σε βάση έτους, πράγμα που σημαίνει αρκετά μικρό κόστος συντήρησης. Μια επώνυμη και ποιοτική αντλία θερμότητας μπορούμε να την συγκρίνουμε με ένα καλό κλιματιστικό, οπότε με την κατάλληλη επιλογή συσκευής και την τακτική συντήρηση του, μια καλή αντλία θερμότητας μπορεί να φτάσει πάνω από τα εικοσιπέντε έτη σε άριστη λειτουργία.



Εικόνα 2.47: Η τετράοδη βαλβίδα ανάμιξης.

2.6.10.3. Fan coils

Το Fan coil unit είναι μία τερματική μονάδα που εγκαθίσταται στο χώρο που θέλουμε να κλιματίσουμε. Το Fan coil unit αποτελείται από:

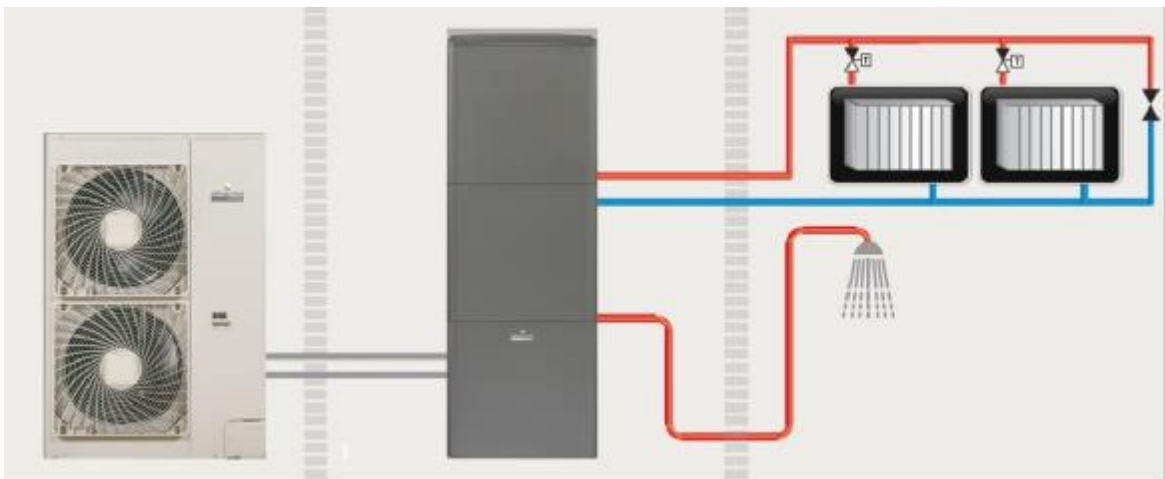
- Το φυγοκεντρικό ανεμιστήρα που κινείται από ένα μικρό ηλεκτρικό μοτέρ.
- Το ψυκτικό στοιχείο κατασκευασμένο από χαλκοσωλήνες και πτερύγια αλουμινίου. Συνήθως υπάρχει μόνο ένα στοιχείο για τη θέρμανση και για τη ψύξη.
- Το φίλτρο που συνήθως είναι χαμηλής απόδοσης και χαμηλής πτώσης πίεσης. Το φίλτρο πρέπει να καθαρίζεται και να αντικαθίσταται συχνά.
- Το κέλυφος.
- Στοιχεία ελέγχου. Κατά κανόνα είναι ένας διακόπτης δύο ή τριών θέσεων, ένας θερμοστάτης χώρου και μία τρίοδος βάννα.



Εικόνα 2.48: Κασέτα οροφής ⁴²

2.6.10.4. Λεπτομέρειες στην συνδεσμολογία των αντλιών

Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να συνδεθούν με όλα τα συστήματα θέρμανσης με κύκλωμα νερού απλά η ενδοδαπέδια θέρμανση αποτελεί ιδανικό σύστημα για να συνδυαστεί η αντλία . Επίσης μια αντλία θερμότητας μπορεί να τοποθετηθεί, ή ως κεντρική μονάδα που τροφοδοτεί και καλύπτει μια μονοκατοικία (ή και όλα τα διαμερίσματα σε μια πολυκατοικία) σε αντικατάσταση του λέβητα, παρέχοντας του αυτονομία και κάλυψη των αναγκών θέρμανσης.



Εικόνα 2.49: Σύνδεση αντλίας θερμότητας με σώματα καλοριφέρ και ζεστό νερό χρήσης

Με την κατάλληλη επιλογή αντλίας και την μελέτη και ρύθμιση των παραμέτρων της εκάστοτε εγκατάστασης , οι συνδέσεις μπορούν να συνδεθούν και να λειτουργήσουν με σχεδόν όλους τους τύπους σωμάτων με το ίδιο ή και καλύτερο αποτέλεσμα από τους καυστήρες πετρελαίου . Φυσικά, εάν μιλάμε για αντλίες θερμότητας υψηλών

θερμοκρασιών και μονομπλόκ όπου μιλάμε μόνο για θέρμανση. Αν θέλουμε και ψύξη τότε μιλάμε για τοποθέτηση fan coils όπου αναφέρουμε σε παραπάνω παράγραφο.



Εικόνα 2.50: Σύνδεση αντλίας θερμότητας με fan coils, ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και ζεστό νερό χρήσης

2.6.11. ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, είναι προτιμότερο οι συμπυκνωτές και οι μεγάλοι συμπιεστές να λειτουργούν υδρόψυκτα, διότι έτσι επιτυγχάνονται χαμηλότερες θερμοκρασίες συμπύκνωσης και γίνεται οικονομία στην ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία της εγκατάστασης. Η υδρόψυκτη, όμως, λειτουργία προϋποθέτει την ύπαρξη παροχής νερού σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Λόγω στενότητας στην παροχή νερού, οι υδρόψυκτες εγκαταστάσεις πρέπει να ανακυκλοφορούν το νερό, ώστε αφού ψύχεται να χρησιμοποιείται συνεχώς για την ψύξη του συμπυκνωτή. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των ψυκτικών πύργων ή πύργων ψύξης οι οποίοι είναι συσκευές όπου το ζεστό νερό της ψυκτικής εγκατάστασης ψύχεται με τη βοήθεια του αέρα του περιβάλλοντος.

Η αρχή λειτουργίας των πύργων ψύξης στηρίζεται στην εξάτμιση του νερού και στην πτώση θερμοκρασίας που προκαλεί. Όταν το ζεστό νερό έρχεται σε επαφή με τον

αέρα, ένα μικρό ποσοστό του νερού εξατμίζεται. Η θερμότητα που απαιτείται για την εξατμισμό αυτή, παρέχεται από το ίδιο το νερό, ή και τον αέρα, και έτσι η θερμοκρασία του νερού πέφτει. Αυτή η πτώση της θερμοκρασίας είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο πιο ξηρός είναι ο αέρας στην είσοδο του πύργου, δηλαδή όσο μικρότερη είναι η σχετική υγρασία του αέρα του περιβάλλοντος.

Από αυτό φαίνεται ότι η λειτουργία του πύργου εξαρτάται έντονα από τις συνθήκες περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, σ' ένα ψυκτικό πύργο προσάγεται το ζεστό νερό και αέρας περιβάλλοντος. Ένα μικρό ποσοστό του ζεστού νερού εξατμίζεται ενώ το υπόλοιπο νερό κρυσταλλώνει και έτσι μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί για την ψύξη της ψυκτικής εγκατάστασης ταυτόχρονα ο αέρας γίνεται πιο υγρός και πιο ζεστός και έτσι φεύγει από τον ψυκτικό πύργο. Με αυτόν τον τρόπο η θερμότητα της ψυκτικής εγκατάστασης απορρίπτεται προς τον αέρα του περιβάλλοντος, το δε νερό χρησιμοποιείται σαν ενδιάμεσος υλικός φορέας, που μεταφέρει τη θερμότητα από το συμπυκνωτή και το συμπιεστή προς τον αέρα.

Έτσι όμως η θερμοκρασία συμπύκνωσης είναι πρακτικά ίδια με εκείνη μιας αντίστοιχης αερόψυκτης εγκατάστασης. Παρά το γεγονός αυτό, το νερό χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσος φορέας γιατί στο χώρο του μηχανοστασίου απαιτείται μικρός σχετικά εναλλάκτης θερμότητας, ο συμπυκνωτής, ενώ ο μεγάλος όγκος του ψυκτικού πύργου τοποθετείται σε κάποιον απομακρυσμένο εξωτερικό χώρο. Ανάλογα με τον τρόπο που κυκλοφορεί ο αέρας μέσα τους οι ψυκτικοί πύργοι διακρίνονται σε:

- φυσικής και
- εξαναγκασμένης κυκλοφορίας

Στους πύργους φυσικής κυκλοφορίας ο αέρας ρέει μέσα από τον ψυκτικό πύργο λόγω της διαφοράς πυκνότητας που δημιουργείται κατά τη θέρμανση του, όπως δηλαδή συμβαίνει και στις καπνοδόχους.

Στους πύργους εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, υπάρχει πάντοτε ένας ισχυρός ανεμιστήρας, που αναγκάζει τον αέρα να κινείται με μεγάλη ταχύτητα μέσα από τον πύργο ψύξης. Εδώ διακρίνονται δυο περιπτώσεις, ανάλογα με τη θέση και τον τρόπο λειτουργίας του ανεμιστήρα:

Όταν ο ανεμιστήρας στέλνει αέρα από το περιβάλλον προς τον πύργο ψύξης υπάρχει ελαφρά υπερπίεση αέρα μέσα στον πύργο και χαρακτηρίζεται ως ψυκτικός πύργος υπερπίεσης ή κατάθλιψης.

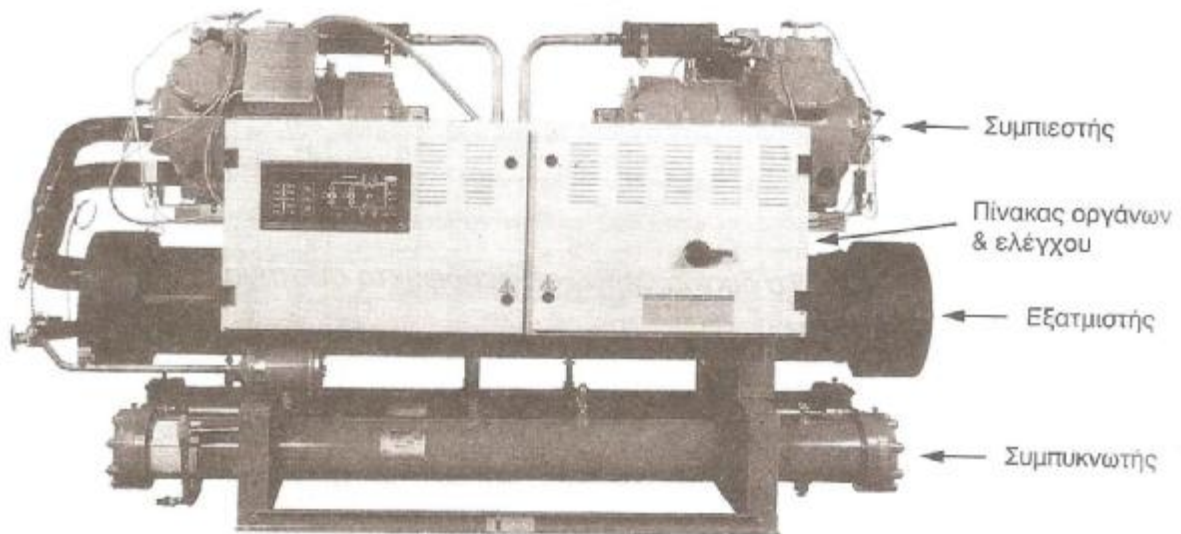
Όταν ο ανεμιστήρας είναι στην έξοδο του ψυκτικού πύργου και αναρροφά τον αέρα μέσα από τον πύργο, τότε στον ψυκτικό πύργο επικρατεί ελαφρά υποπίεση και ο πύργος χαρακτηρίζεται ως πύργος υποπίεσης ή αναρρόφησης.

Στους πύργους κατάθλιψης ο ανεμιστήρας λειτουργεί με ξηρό ατμοσφαιρικό αέρα, ενώ στους πύργους αναρρόφησης ο ανεμιστήρας έχει να αντιμετωπίσει και τις σταγόνες του νερού που συμπαρασύρονται από τον αέρα. Το νερό που ψύχεται με εξατμισμό, ψεκάζεται στο επάνω μέρος του πύργου και πέφτει λόγω της βαρύτητας προς το κάτω μέρος, όπου υπάρχει μία λεκάνη. Από τη λεκάνη αυτή το αναρροφά η

αντλία ανακυκλοφορίας, η οποία το ξαναστέλνει στο πάνω μέρος, όπου ξαναψεκάζεται.

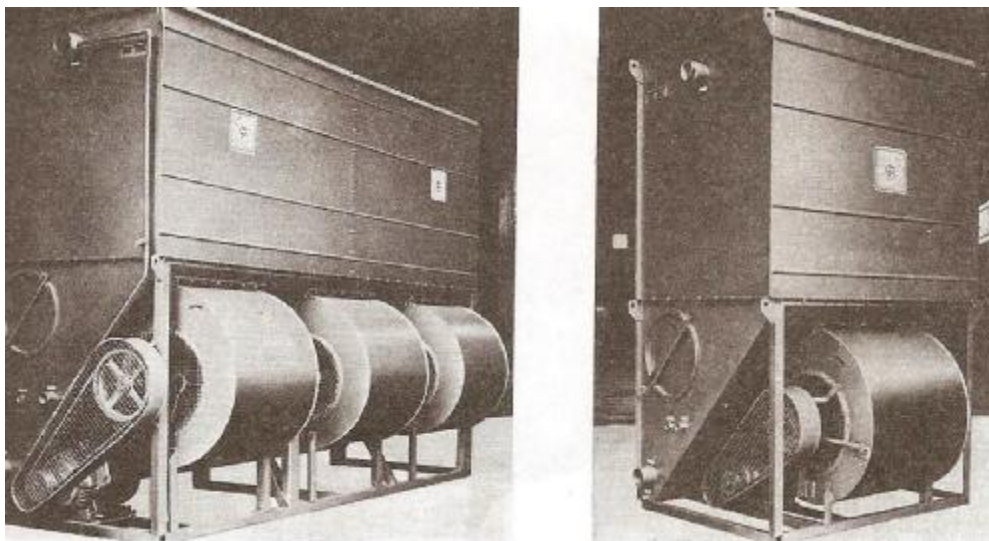
2.6.12. ΥΔΡΟΨΥΚΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Στο υδρόψυκτο σύστημα υπάρχει το κλειστό κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων και το ανοιχτό κύκλωμα των πύργων ψύξης. Τα κύρια εξαρτήματα ενός υδρόψυκτου συστήματος είναι ο ψύκτης νερού (chiller), ο οποίος αποτελείται από τον συμπιεστή, τον εξατμιστή, τον συμπυκνωτή και τέλος τον πίνακα οργάνων.



Εικόνα 2.51: Το εξάρτημα του Ψύκτη νερού (chiller) και τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται

Το δεύτερο κύριο εξάρτημα ενός υδρόψυκτου συστήματος σωληνώσεων νερού είναι ο πύργος ψύξης, ο οποίος τοποθετείται σε κάποιον ανοιχτό χώρο όπως για παράδειγμα στις ταρατσες των κτιρίων. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται δύο είδη πύργων ψύξης.



Εικόνα 2.52: Πύργοι ψύξης

Το τρίτο κύριο εξάρτημα ενός υδρόψυκτου συστήματος είναι τα δοχεία διαστολής, των οποίων η δουλειά είναι η παραλαβή των διαστολών και των συστολών του νερού.



Εικόνα 2.53: Δοχεία διαστολής διαφορετικής χωρητικότητας

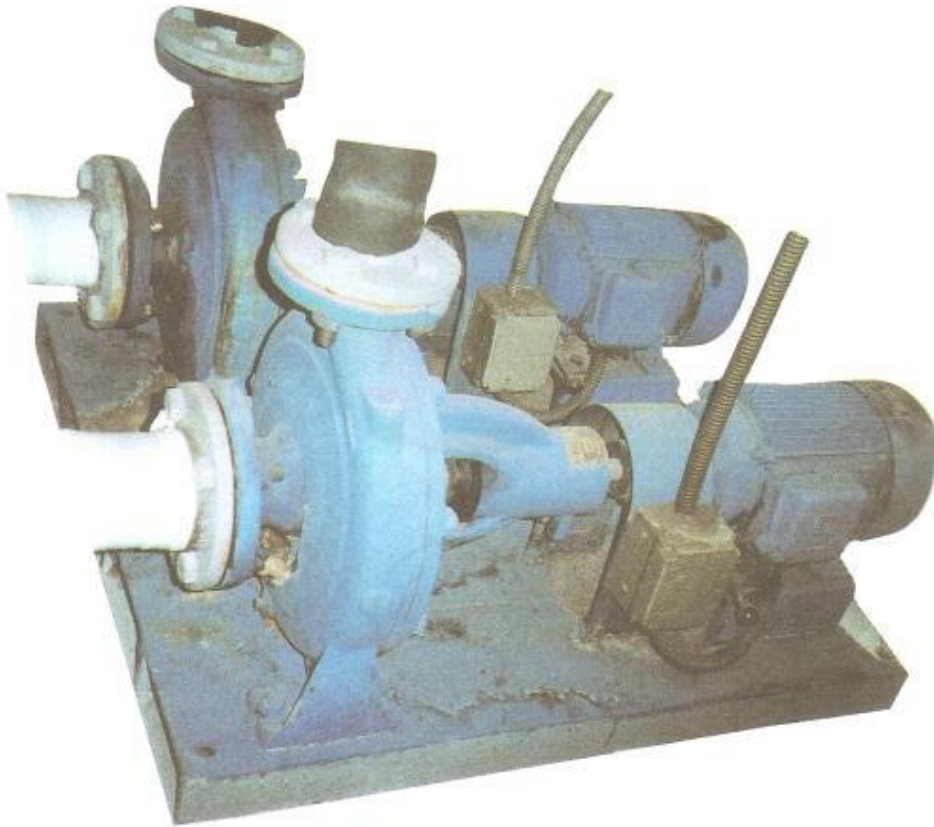
Το τέταρτο κύριο εξάρτημα είναι ο λέβητας, ο οποίος χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμού νερού. Το πέμπτο εξάρτημα είναι οι αντλίες νερού, οι οποίες διακρίνονται σε inline, bloc ή αντλητικά συγκροτήματα. Η αντλία inline τοποθετείται απευθείας πάνω στο σωλήνα.



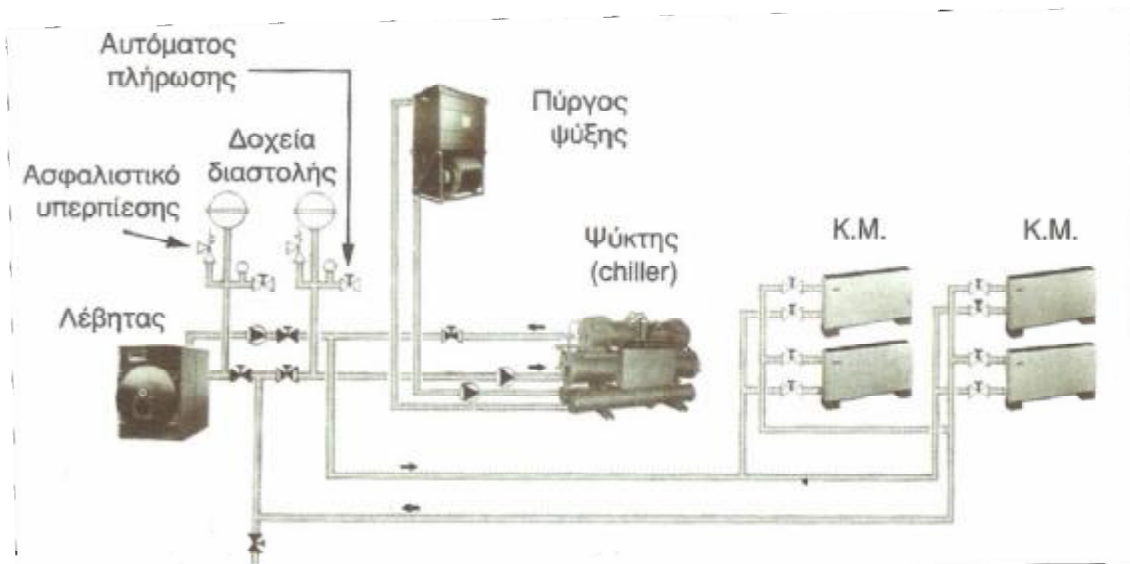
Εικόνα 2.54: Αντλία inline



Εικόνα 2.55: Αντλία bloc

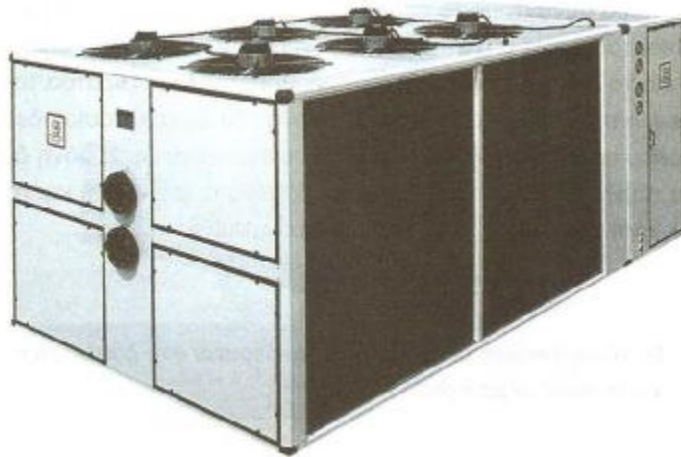


Εικόνα 2.56: Αντλητικό συγκρότημα



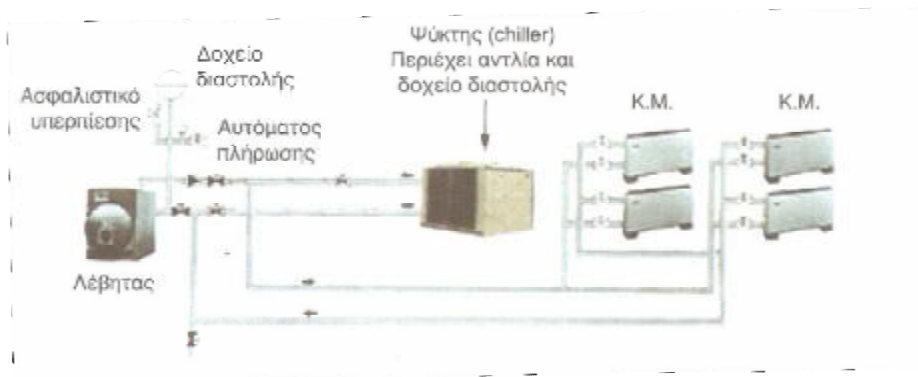
Εικόνα 2.57: Το δίκτυο σωληνώσεων νερού σε ένα υδρόψυκτο σύστημα

Το αερόψυκτο σύστημα είναι ένα πλήρες ψυχοστάσιο το οποίο τοποθετείται στην ταράτσα των κτιρίων και περιλαμβάνει ένα αερόψυκτο συγκρότημα, όπου μέσα στο μεταλλικό του κάλυμμα να εμπεριέχει τα πάντα. Είναι πολύ σπάνια περίπτωση ο συμπυκνωτής να τοποθετείται στην ταράτσα του κτιρίου και ο ψύκτης στο ψυχοστάσιο.



Εικόνα 2.58: Κλειστό αερόψυκτο συγκρότημα σε μεταλλική κατασκευή

Στην Εικόνα 2.59, παρουσιάζεται το δίκτυο των σωληνώσεων νερού με αερόψυκτο σύστημα.



Εικόνα 2.59: Δίκτυο σωληνώσεων νερού με αερόψυκτο σύστημα

2.7. ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο όρος “αερισμός” αναφέρεται στην είσοδο (προσαγωγή) και στην κυκλοφορία μιας ποσότητας αέρα σε εσωτερικούς χώρους. Αντίθετα, ο όρος “εξαερισμός” αναφέρεται στην έξοδο (απαγωγή) του εσωτερικού αέρα ενός χώρου, που αντικαθίσταται με κλιματισμένο, ή με φρέσκο (νωπό) αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον. Ο αερισμός θεωρείται μια από τις βασικότερες προϋποθέσεις για τη διαμόρφωση ενός υγιεινού και άνετου περιβάλλοντος, αφού επιδρά στις συνθήκες θερμικής και ακουστικής άνεσης, και συμβάλλει στην επίτευξη κατάλληλων συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες των αεριζόμενων χώρων.

Ανάλογα με τους μηχανισμούς που προκαλούν τον αερισμό-εξαερισμό ενός χώρου, έχουμε:

- Το φυσικό αερισμό, κατά τον οποίο ο αέρας εισέρχεται και εξέρχεται σε έναν εσωτερικό χώρο, μέσα από ανοιχτά παράθυρα ή άλλα ανοίγματα του κτιρίου,

ενώ η κυκλοφορία και η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται χωρίς ανεμιστήρες, και

- Το μηχανικό αερισμό με χρήση ανεμιστήρων κατά τον οποίο εξασφαλίζεται ένα υγιές και άνετο περιβάλλον στους χρήστες ενός εσωτερικού χώρου, είτε με την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα είτε με τον καθαρισμό (φιλτράρισμα) του, είτε με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα, εάν ο χώρος κλιματίζεται.

Ο εξαερισμός ενός χώρου γίνεται με ιδιαίτερη εγκατάσταση ή μέσα από την εγκατάσταση κλιματισμού του χώρου ή με συνδυασμό των δύο παραπάνω τρόπων. Η τελευταία περίπτωση συναντάται όταν μέσω του δικτύου αεραγωγών της κλιματιστικής εγκαταστάσεως έρχεται στο χώρο ένα ρυθμιζόμενο ποσοστό εξωτερικού αέρα, ενώ συγχρόνως από το χώρο με επίτοιχους εξαεριστήρες εξέρχεται μια αντίστοιχη ποσότητα εσωτερικού αέρα.

Απαιτήσεις εξαερισμού: Η ανανέωση του αέρα ενός κλειστού χώρου με αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον είναι απαραίτητη όταν μέσα στον χώρο υπάρχουν και ζώντες οργανισμοί. Οι κυριότεροι λόγοι που επιβάλλουν αυτή την ανανέωση είναι:

- Η αναπλήρωση του οξυγόνου που καίγεται μέσα στον χώρο (με την αναπνοή, τα τσιγάρα κλπ.).
- Η απομάκρυνση των διαφόρων οσμών ή και επιβλαβών αερίων που δημιουργούνται από πηγές μέσα στο χώρο.
- Η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα εξαρτάται από τη χρήση του χώρου, την ποσότητα και το είδος των ρύπων που βρίσκονται μέσα στο χώρο.

Σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς, η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 27 m³/h ανά άτομο. Η ποσότητα αυτή, συνήθως, επαρκεί για τον έλεγχο της εσωτερικής ποιότητας του αέρα ως προς τους ρύπους, που προέρχονται από τους ανθρώπους και τις δραστηριότητές τους.

Η απαιτούμενη πρόσθετη ενέργεια για τη θέρμανση/ψύξη και κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα έχει κάνει τους μελετητές πολύ προσεχτικούς στην υπερβολική χρήση εξωτερικού αέρα, ιδιαίτερα μετά την ενεργειακή κρίση και την επακόλουθη ανατίμηση των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό. Επί πλέον, στις μεγάλες πόλεις που παρουσιάζουν ψηλό βαθμό μόλυνσης του περιβάλλοντος, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί ο εξωτερικός αέρας μπορεί να φέρνει στον κλειστό χώρο το οξυγόνο που απαιτείται, αλλά μπορεί να προσθέτει και σκόνης ή καυσαέρια που είναι ανεπιθύμητα.

Έτσι το A.S.H.R.A.E. έχει εκδώσει ένα Πρότυπο, το “Πρότυπο για Φυσικό και Μηχανικό Αερισμό”, στο οποίο δίνονται τιμές αερισμού για διάφορους χώρους τέτοιες ώστε να μη ξοδεύεται άσκοπα ενέργεια. Οι τιμές όμως αφορούν εξωτερικό αέρα με μια καθορισμένη ποιότητα. Όσο πάντως και να μειωθεί η ποσότητα του εξωτερικού αέρα, όπως καθορίζει το Πρότυπο του A.S.H.R.A.E. δεν θα πρέπει σε καμιά περίπτωση να είναι μικρότερη από 5 CFM ανά άτομο (ελάχιστη ποσότητα απαραίτητη για την αναπλήρωση του οξυγόνου της αναπνοής).

Αξονικοί και φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες: Οι αξονικοί ανεμιστήρες εξαερισμού τοποθετούνται, συνήθως, στους τοίχους, στις οροφές ή μέσα σε αγωγούς με μικρό μήκος γιατί η διαθέσιμη εξωτερική στατική πίεση από αυτούς τους ανεμιστήρες είναι πολύ μικρή. Η επιλογή των καταλλήλων αξονικών ανεμιστήρων γίνεται με βάση την απαιτούμενη παροχή τους και τον τύπο τους από πίνακες που δίνουν οι κατασκευαστές. Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες υπολογίζονται από πίνακες των κατασκευαστών με βάση την απαιτούμενη παροχή τους και την απαιτούμενη εξωτερική στατική πίεση τους (που είναι η πτώση πίεσης στον δυσμενέστερο κλάδο του δικτύου αεραγωγών).

2.8. ΔΙΚΤΥΑ ΑΓΩΓΩΝ

Για να μεταφερθεί η ψύξη ή η θέρμανση από το σημείο παραγωγής της μέχρι τις κλιματιστικές μονάδες απαιτείται κάποιο μέσο μεταφοράς. Αυτό μπορεί να είναι:

- απευθείας το ψυκτικό υγρό που αποστέλλεται από τον συμπιεστή στις κλιματιστικές μονάδες (άμεσης εκτόνωσης DX)
- το νερό, το οποίο ψύχεται ή θερμαίνεται σε ένα συγκρότημα παραγωγής κρύου νερού ή σε ένα λέβητα, αντίστοιχα, και στη συνέχεια αποστέλλεται στην κλιματιστική μονάδα.

Τα δίκτυα σωληνώσεων που μπορεί να υπάρχουν σε μια κλιματιστική εγκατάσταση είναι:

- ζεστού νερού
- κρύου νερού
- κυκλοφορίας νερού συμπύκνωσης
- ψυκτικού υγρού και αερίου
- αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων των στοιχείων ψύξης
- ατμού (για εγκαταστάσεις θέρμανσης)

2.8.1. ΔΙΚΤΥΑ ΝΕΡΟΥ

Υπάρχουν τρία δίκτυα νερού προς μελέτη:

- το δίκτυο ζεστού νερού,
- το δίκτυο κρύου νερού και
- το δίκτυο του νερού συμπύκνωσης.

Το δίκτυο κυκλοφορίας του νερού συμπύκνωσης διαφέρει από τα άλλα δίκτυα νερού μόνο στο ότι θεωρείται ανοικτό προς την ατμόσφαιρα κύκλωμα, γιατί όλο το νερό σε αυτό έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα μέσω της εκτεταμένης επιφάνειας του πύργου ψύξης, ενώ τα δίκτυα ζεστού και κρύου νερού θεωρούνται κλειστά κυκλώματα, γιατί το νερό σε αυτά έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό (στο δοχείο διαστολής). Τα δίκτυα θερμού και ψυχρού νερού πολλές φορές συνυπάρχουν σε ένα δίκτυο. Σε μια τέτοια περίπτωση ο υπολογισμός

των διατομών δικτύου γίνεται με βάση την παροχή του κρύου νερού οπότε το δίκτυο είναι υπεραρκετό και για την κυκλοφορία του ζεστού νερού.

2.8.2. ΔΙΚΤΥΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ

Στον κλιματισμό, εκτεταμένα δίκτυα με σωληνώσεις ψυκτικού υγρού κατασκευάζονται μόνο όταν πρόκειται να εγκατασταθούν τα συστήματα μεταβλητής παροχής ψυκτικού υγρού (VRV). Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν ένα κεντρικό ψυκτικό συγκρότημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να παρέχει μεταβαλλόμενη ποσότητα στις κλιματιστικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης.

Τα ψυκτικά υγρά δεν έχουν την ευελιξία του νερού και η διερχόμενη παροχή τους θα πρέπει να είναι ανάλογη των πραγματικών αναγκών σε φορτίο, που συνεχώς, κατά τη διάρκεια της ημέρας διαφοροποιούνται. Το σύστημα VRV επιλύει ακριβώς αυτό το πρόβλημα, με τη δυνατότητα του ψυκτικού συγκροτήματος να τροφοδοτεί το δίκτυο των σωληνώσεων με μεταβαλλόμενη παροχή ψυκτικού υγρού. Ο τρόπος κατασκευής του δικτύου των σωληνώσεων ενός συστήματος VRV, ποικίλει ανάλογα με τον προμηθευτή του εξοπλισμού. Τελικά πρώτα επιλέγεται το κατάλληλο σύστημα VRV και στη συνέχεια σχεδιάζεται το δίκτυο βάσει των προδιαγραφών

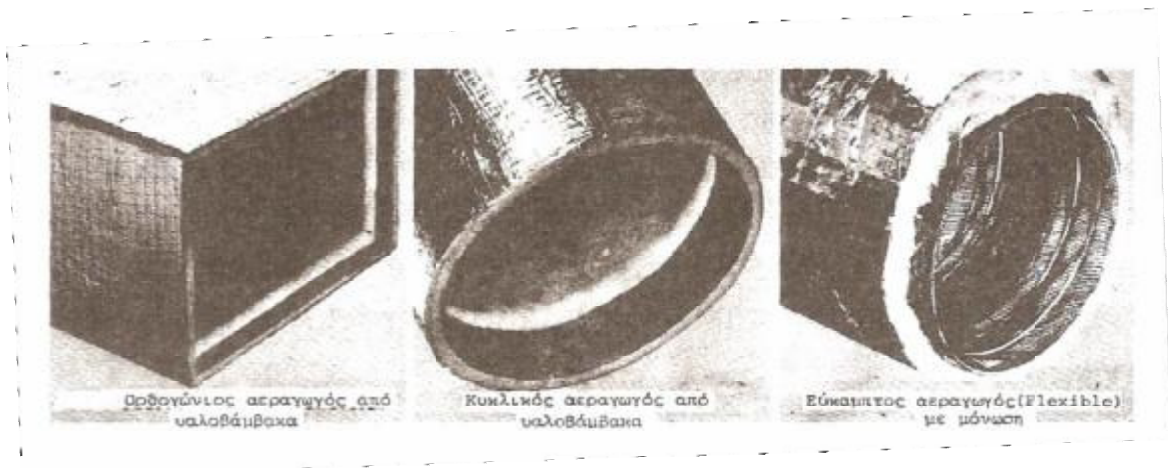
2.8.3. ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑ (ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ)

Σημαντικό σε ένα δίκτυο αεραγωγών είναι η εξασφάλιση του μικρότερου δυνατού θορύβου κατά τη διακίνηση του αέρα μέσα σε αυτούς. Αυτό επιτυγχάνεται με την σωστή ρύθμιση του αέρα που διαρρέει τον κάθε αεραγωγό.

Τα στόμια εισαγωγής του αέρα συνήθως τοποθετούνται στην οροφή ή ψηλά στον τοίχο. Ωστόσο, μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο ή χαμηλά στον τοίχο. Αναλυτικότερα, για τον επιτυχή σχεδιασμό ενός δικτύου αεραγωγών πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- Ο διαθέσιμος χώρος που θα τοποθετηθούν οι αεραγωγοί.
- Τα σημεία των κλιματιζόμενων χώρων στα οποία πρέπει να φτάσει ο αέρας.
- Τα επίπεδα θορύβου πρέπει να είναι φυσιολογικά και οι αεραγωγοί πρέπει να ηχομονώνονται και η ταχύτητα του αέρα να ρυθμίζεται ανάλογα.
- Οι απώλειες αέρα και θερμότητας πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο.
- Οι αντιστάσεις ροής του αέρα στους αεραγωγούς.

Οι αεραγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα και έχουν ορθογώνια ή κυκλική διατομή. Επίσης, οι κυκλικοί αεραγωγοί διακρίνονται σε πλαστικούς και υφασμάτινους. Σημαντική είναι η εξωτερική επένδυση με θερμομόνωση (υαλοβάμβακα, ορυκτοβάμβακα κλπ.).

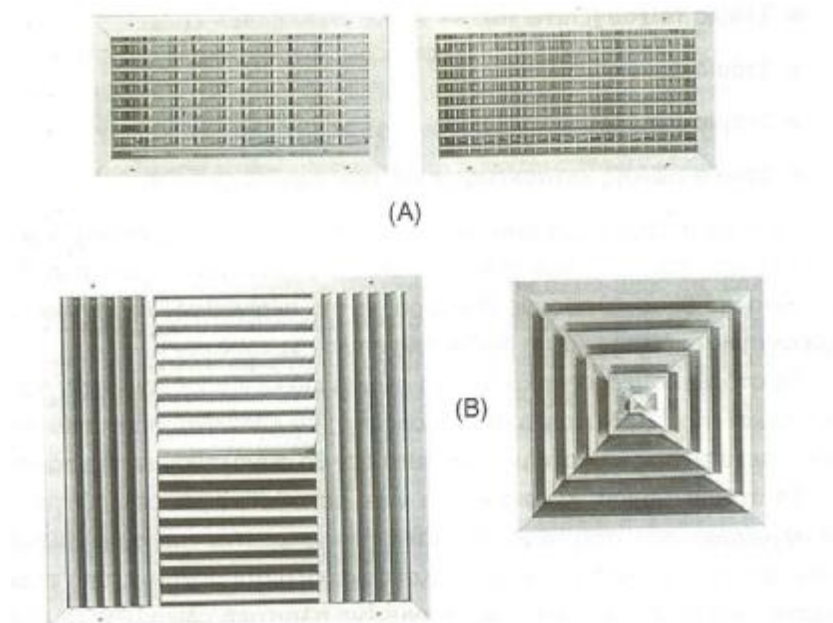


Εικόνα 2.60: Από τα αριστερά προς τα δεξιά: ορθογώνιος αεραγωγός από ειδικό υαλοβάμβακα, κυκλικός αεραγωγός από ειδικό υαλοβάμβακα, εύκαμπτοι αεραγωγοί από αλουμίνιο με μόνωση ή χωρίς μόνωση.

Οι ορθογώνιοι αεραγωγοί προτιμούνται περισσότερο από τους κυκλικούς διότι προσαρμόζονται καλύτερα στις αρχιτεκτονικές ανάγκες των κλιματιζόμενων χώρων, με το μειονέκτημα ότι το κόστος κατασκευής τους είναι μεγαλύτερο από εκείνο των κυκλικών αντίστοιχης διατομής.

Τα στόμια προσαγωγής κλιματισμένου αέρα τοποθετούνται για τους παρακάτω λόγους:

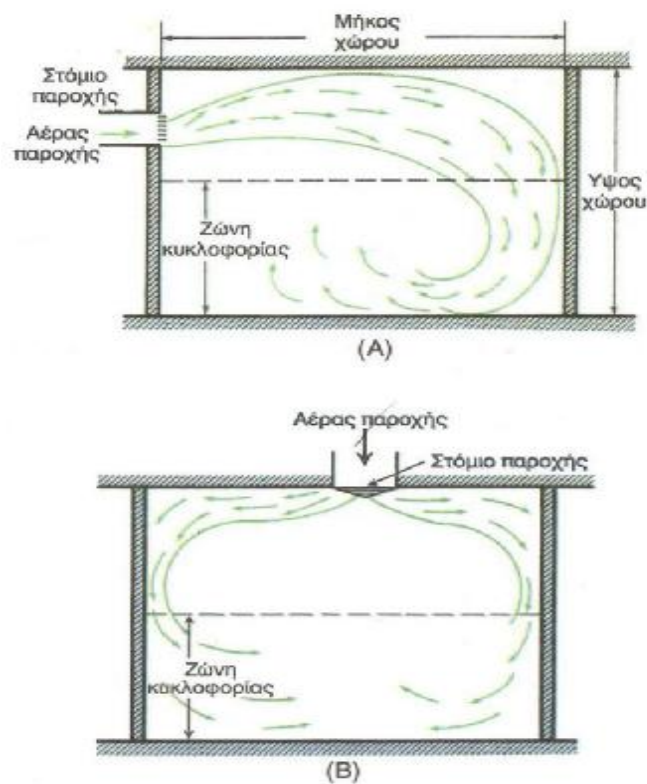
- Για να ελέγχεται η μάζα του κλιματισμένου αέρα που απαιτεί ο χώρος
- Για να ρυθμίζεται η ταχύτητα με την οποία ο αέρας φτάνει στον χώρο
- Για να ρυθμίζεται και η κατεύθυνση του κλιματισμένου αέρα.



Εικόνα 2.61: (A) Στόμια τοίχου. (B) Στόμια οροφής

Η επιλογή του σωστού στομίου, γίνεται βάση κάποιων πινάκων κατασκευαστών. Οι πίνακες όμως απαιτούν την γνώση των ακόλουθων στοιχείων:

- Τη μορφή της αίθουσας που θα κλιματιστεί καθώς και την ακριβή θέση των στομίων
- Την παροχή του στομίου σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο (L/s)
- Το απαιτούμενο βεληνεκές του στομίου σε μέτρα (m)
- Την πτώση του στομίου σε μέτρα (m)
- Την επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα κατά την έξοδο του από το στόμιο σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s)



Εικόνα 2.62: Κυκλοφορία αέρα σε εσωτερικό χώρο από (A) στόμιο τοίχου και (B) στόμιο οροφής

Πίνακας 2.3: Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα στα στόμια προσαγωγής

Είδος χώρου	Επιτρεπόμενη ταχύτητα αέρα (m/s)
Στούντιο ραδιοφωνίας - TV	2,5
Βιβλιοθήκες	2,5
Γραφεία	3,75
Κατοικίες	3,75

Νοσοκομεία - Ξενοδοχεία	3,75
Δημόσια κτίρια	5
Θέατρα	5
Εστιατόρια	5
Τράπεζες	5
Σχολεία	5
Εργοστάσια	7,5
Γυμναστήρια	7,5
Κουζίνες	7,5
Μεγάλα καταστήματα	7,5

Η στάθμη του θορύβου που επιτρέπεται σε έναν κλιματιζόμενο χώρο εξαρτάται από το είδος του χώρου. Για τον έλεγχο της στάθμης που προξενεί η προσαγωγή του κλιματισμένου αέρα, χρησιμοποιούμε ειδικούς πίνακες που μας δείχνουν την επιτρεπόμενη ταχύτητα του εξερχόμενου από τα στόμια αέρα για κάθε είδους χώρο. Ένας τέτοιος πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω.

Πίνακας 2.4: Μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη σε διάφορους χώρους που κλιματίζονται

Είδος Χώρου	Στάθμη θορύβου db (A)
Στούντιο ραδιοφωνίας – TV	25-30
Θέατρα – Αίθουσες διαλέξεων	30-35
Εκκλησίες	30-40
Κατοικίες – Σχολεία – Κινηματογράφοι	35-40
Μουσεία – Βιβλιοθήκες	35-40
Νοσοκομεία	30-40
Γραφεία	40-50
Αποθήκες – Καταστήματα	40-50
Εστιατόρια – Ξενοδοχεία	40-50
Δημόσια κτίρια – Τράπεζες	45-55
Εστιατόρια – Bar	40-50
Εργοστάσια ελαφριάς βιομηχανίας	50-70
Εργοστάσια βαριάς βιομηχανίας	60-80

Έπειτα αφού οριστεί η στάθμη θορύβου που επιτρέπει ο κλιματιζόμενος χώρος καθώς και την ταχύτητα του προσαγόμενου αέρα, μπορεί να γίνει η επιλογή της

διάστασης του στομίου που ταιριάζει σε κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου. Ένας τέτοιος πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω.

2.9. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.9.1. ΦΙΛΤΡΑ ΑΕΡΑ

Ένας από τους πέντε στόχους του κλιματισμού είναι η καθαρότητα του προσαγόμενου στον κλιματιζόμενο χώρο αέρα. Ακόμη και αν η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα του αέρα στο χώρο των ατόμων και η στάθμη θορύβου είναι σωστά ρυθμισμένες, δεν υπάρχει άνεση στον κλιματιζόμενο χώρο, αν δεν έχει εξασφαλιστεί η καθαρότητα του προσαγόμενου αέρα.

Ο καθαρισμός του αέρα ή φιλτράρισμα, όπως είναι γνωστό, γίνεται με τα φίλτρα αέρα. Παρά την ποιότητα και την ποικιλία των φίλτρων που μπορεί να συναντήσει κανείς στην αγορά, μόνο το 75% έως 90% των ξένων σωμάτων μπορούν να αφαιρεθούν από τον αέρα των συστημάτων κλιματισμού. Τα ξένα σώματα που περιλαμβάνονται στον αέρα του περιβάλλοντος, διακρίνονται σε στερεά, υγρά και αέρια. Τέτοια σώματα, που συνήθως συναντώνται στον ατμοσφαιρικό αέρα, είναι η σκόνη, μικροσκοπικά τεμάχια ελαστικού, μικροσκοπικές ίνες υφάσματος, σκόνη άνθρακα από την ατελή καύση καυσίμων (μουντζούρα), βακτηρίδια και άλλοι ζώντες οργανισμοί, αέρια και ατμοί που ελευθερώνονται κατά την λειτουργία των βιομηχανιών και ακαθαρσίες που μολύνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Τα χρησιμοποιούμενα φίλτρα αέρα στον κλιματισμό ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους διακρίνονται στα:

- Κολλώδη
- ξηρά και
- ηλεκτρονικά φίλτρα

Επίσης, ανάλογα με την ικανότητα φιλτραρίσματος διακρίνονται στα απλά και απόλυτα⁴³.

2.9.2. ΕΙΔΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Υπάρχουν δύο είδη συντήρησης:

- μετά τη βλάβη ή θεραπευτική και
- πριν τη βλάβη ή προληπτική .

2.9.2.1. Θεραπευτική συντήρηση

Στη θεραπευτική συντήρηση το σύστημα ή μηχάνημα παθαίνει τη βλάβη και μετά γίνονται οι κατάλληλες επισκευές ή ρυθμίσεις για να επανέλθει σε καλή λειτουργική κατάσταση. Αυτός ο τρόπος συντήρησης εγκυμονεί μεγάλους κινδύνους γιατί κάποια απρόβλεπτη βλάβη μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημίες στα μηχανήματα, π.χ. σπάσιμο λέβητα ή μακροχρόνιες ανεπιθύμητες διακοπές λειτουργίας.

Όσο η εγκατάσταση που συντηρείται με αυτόν τον τρόπο “γερνάει”, οι κίνδυνοι αυτοί γίνονται μεγαλύτεροι και οι δαπάνες για αντικαταστάσεις εξαρτημάτων και μηχανημάτων ανέρχονται σε μεγαλύτερα ποσά. Επίσης, η ζωή των μηχανημάτων μικραίνει και τα έξοδα λειτουργίας της εγκατάστασης αυξάνονται, επειδή οι τριβές, οι απώλειες θερμότητας κλπ. είναι μεγαλύτερες. Αντίθετα, στα πρώτα χρόνια λειτουργίας, επειδή τα μηχανήματα είναι ακόμα καινούργια, τα έξοδα θεραπευτικής συντήρησης είναι μικρά σε σχέση με αυτά της προληπτικής συντήρησης.

2.9.2.2. Προληπτική συντήρηση

Στην προληπτική συντήρηση ακολουθείται πρόγραμμα περιοδικών επιθεωρήσεων και επισκευών, όταν μια επιθεώρηση δείχνει ότι κάτι πρέπει να επισκευασθεί, καθώς και περιοδικών περιπολιήσεων ή και αντικαταστάσεων των πιο ευαίσθητων εξαρτημάτων μιας εγκατάστασης (λίπανση ρουλεμάν, καθάρισμα φίλτρων, αντικατάσταση λουριών κτλ.). Με αυτόν τον τρόπο συντήρησης:

- Επισημαίνονται έγκαιρα οι αιτίες βλαβών και οι αδυναμίες του συστήματος.
- Προλαμβάνονται τα ατυχήματα των μηχανημάτων που θα προκαλούσαν μεγάλες διακοπές λειτουργίας και ανυπολόγιστες υλικές ζημιές και οικονομικές συνέπειες.
- Διατηρείται το σύστημα σε μέγιστη αποδοτικότητα.
- Μεγαλώνει η χρήσιμη ζωή των μηχανημάτων.
- Απαιτείται ελάχιστη εφεδρική ικανότητα των απαραίτητων μηχανημάτων της εγκατάστασης γιατί τα μηχανήματα αυτά διατρέχουν πολύ μικρότερο κίνδυνο να πάθουν βλάβη.
- Γίνεται καλύτερος έλεγχος ανταλλακτικών και μειώνεται το αποθεματικό τους γιατί η αντικατάσταση των εξαρτημάτων είναι περισσότερο προγραμματισμένη.
- Σταθεροποιείται η ποσότητα των εργατωρών που απαιτούνται για τη συντήρηση, συνεπώς μπορεί να γίνεται καλύτερη οργάνωση και προγραμματισμός του συνεργείου συντήρησης.

2.9.3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Κάθε εγκατάσταση πρέπει να έχει ένα πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης σχεδιασμένο στα δικά της μέτρα. Το πρόγραμμα αυτό θα είναι τόσο πιο λεπτομερές και αυστηρό όσο η εγκατάσταση είναι πιο παλιά, πολύπλοκη, απαραίτητη και πιο μεγάλης αξίας. Τα στάδια εφαρμογής του προγράμματος παρακολούθησης, με χρονολογική σειρά, είναι:

- Απογραφή της εγκατάστασης.
- Σύνταξη συνολικού πίνακα αναγκών συντήρησης.
- Σύνταξη χρονοδιαγράμματος συντήρησης.
- Παρακολούθηση της συντήρησης (αρχείο συντήρησης, αναλύσεις συμπεριφοράς της εγκατάστασης)
- Δημιουργία του κατάλληλου συνεργείου συντήρησης και εφοδιασμός του με τα απαραίτητα μεταφορικά μέσα και απόθεμα εξαρτημάτων και μηχανημάτων
- Απογραφή της κατάστασης

Από τα αρχεία που ήδη υπάρχουν ή με επιτόπια ερευνά μαζεύονται δεδομένα για τα μηχανήματα ή τα συστήματα της εγκατάστασης, όπως:

- Ποια είναι αυτά τα μηχανήματα ή συστήματα.
- Πού είναι τοποθετημένα.
- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους (τάση, ισχύ, τύπο εδράνων κλπ.)
- Ποιο είναι το ιστορικό τους (ηλικία, μετατροπές ή επισκευές που έγιναν, προβλήματα που παρουσίασαν). Τι συντήρηση ή επισκευές χρειάζονται άμεσα.
- Τι συντήρηση πρέπει να γίνει αργότερα και πότε.

Για κάθε σύστημα μπορεί να συμπληρωθεί ένα ερωτηματολόγιο ώστε να αξιολογηθεί η παρούσα κατάσταση λειτουργίας του συστήματος. Καθώς επιχειρείται η απογραφή της εγκατάστασης είναι χρήσιμο να ελεγχθεί η τάξη και η καθαριότητα που επικρατεί σε αυτήν και, αν χρειάζεται, να γίνουν βελτιώσεις σε αυτόν τον τομέα. Ένα τακτοποιημένο και καθαρό περιβάλλον είναι απαραίτητη προϋπόθεση, για την επιτυχία του προγράμματος προληπτικής συντήρησης.

2.9.3.1. Σύνταξη συνολικού πίνακα αναγκών συντήρησης

Αφού καταγραφούν οι ανάγκες συντήρησης κάθε μηχανήματος συντάσσεται ένας πίνακα αναγκών συντήρησης για όλη την εγκατάσταση, με τη βοήθεια και του συμπληρωμένου ερωτηματολογίου κατά το προηγούμενο στάδιο. Τα χρονοδιαγράμματα συντήρησης που περιέχει το “Βιβλίο Οδηγιών Λειτουργίας και Συντήρησης” είναι καθορισμένα από τους κατασκευαστές των μηχανημάτων και αναφέρονται σε μέσες συνθήκες λειτουργίας τους, σε αυτό το στάδιο πρέπει να καθοριστούν με ακρίβεια οι συχνότητες επιθεώρησης, ρυθμίσεων κλπ. κάθε μηχανήματος ή συστήματος, λαμβάνοντας υπ’ όψη τους παρακάτω παράγοντες:

- Ηλικία, κατάσταση και αξία. Όσο πιο παλιό, παραμελημένο και ακριβό είναι ένα μηχάνημα, τόσο πιο συχνές επιθεωρήσεις, ρυθμίσεις κλπ. χρειάζεται για να διατηρείται σε καλή λειτουργία και να παρατείνεται η ζωή του. Αν το μηχάνημα έχει περάσει τη χρήσιμη ζωή του και η συντήρηση του είναι ασύμφορη, τότε πρέπει να αντικατασταθεί.
- Απαιτήσεις ασφάλειας της εγκατάστασης και του κτιρίου. Όταν είναι αυξημένες χρειάζονται πιο συχνές επιθεωρήσεις.
- Ώρες λειτουργίας. Μια 24ωρη λειτουργία απαιτεί πιο πολλές επιθεωρήσεις από την 8ωρη. Επίσης οι ώρες επιθεωρήσεων πρέπει να προγραμματισθούν σύμφωνα με τον προγραμματισμό των ωρών λειτουργίας.
- Το απαραίτητο της λειτουργίας. Αν ένα σύστημα πρέπει να εργάζεται χωρίς απρόοπτες διακοπές (π.χ. σε αίθουσες ηλεκτρονικών υπολογιστών, σε εργαστήρια κλπ.), τότε χρειάζονται πιο συχνές επιθεωρήσεις.
- Λειτουργία κάτω από δυσμενείς συνθήκες. Μηχανήματα που η λειτουργία τους υπόκειται σε αυξημένες διαβρώσεις, σκόνες, τριβές, υπερφορτώσεις,

ταλαντώσεις και άλλες σκληρές χρήσεις, πρέπει να υφίστανται συχνότερες επιθεωρήσεις.

2.9.3.2. Σύνταξη χρονοδιαγράμματος και έκδοση εντολών συντήρησης

Τα προηγούμενα βήματα είχαν ως πρωταρχικό σκοπό τη συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών για τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος και την έκδοση των εντολών συντήρησης. Το χρονοδιάγραμμα για κάθε εγκατάσταση καθορίζει:

- Τι και πότε πρόκειται να γίνει (με ημερομηνίες).
- Ποιος πρόκειται να το κάνει.

Κάθε στοιχείο της εγκατάστασης πρέπει να συμπεριληφθεί στο χρονοδιάγραμμα. Η βασική σκέψη που πρέπει να κυριαρχεί κατά τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος είναι η εξυπηρέτηση αυτών που χρησιμοποιούν την εγκατάσταση. Πρέπει δηλαδή η εγκατάσταση να κρατιέται σε λειτουργία όσο περισσότερο γίνεται, ιδιαίτερα σε χρονικές περιόδους που οι άνθρωποι τη χρειάζονται περισσότερο, αλλά παράλληλα πρέπει να μοιράζονται οι εργασίες συντήρησης όσο γίνεται πιο ομοιόμορφα σε όλο το χρόνο. Για κάθε μέρα του χρονοδιαγράμματος εκδίδεται χωριστή εντολή συντήρησης για όλο το συνεργείο ή χωριστές εντολές για μικρότερα συνεργεία που θα ασχοληθούν με ανεξάρτητα τμήματα της εγκατάστασης (ή των εγκαταστάσεων). Μετά την εκτέλεση κάθε εντολής σημειώνεται σε ιδιαίτερες στήλες τι πράγματι έκανε το συνεργείο.

2.9.3.3. Παρακολούθηση του προγράμματος προληπτικής συντήρησης — τήρηση αρχείων

Η παρακολούθηση του προγράμματος προληπτικής συντήρησης και η εκτίμηση των αποτελεσμάτων του βοηθούν στη βελτίωση των συχνότητων και των χρονικών διαρκειών των επιθεωρήσεων, ρυθμίσεων και συντηρήσεων.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα (με φόρμες) για την καταγραφή των απαραίτητων πληροφοριών. Αυτές οι φόρμες σε κάθε πρόγραμμα είναι συνήθως πολλές και έχουν τη μορφή κάρτας. Η πιο συνηθισμένη κάρτα είναι η Κάρτα Μηχανήματος. Σε αυτή αναγράφονται απαραίτητα στατιστικά στοιχεία των σπουδαιότερων μηχανημάτων της εγκατάστασης (συμπιεστών, συμπυκνωτών, πύργων ψύξης, κινητήρων, αντλιών, ανεμιστήρων κλπ.), δηλαδή:

□□

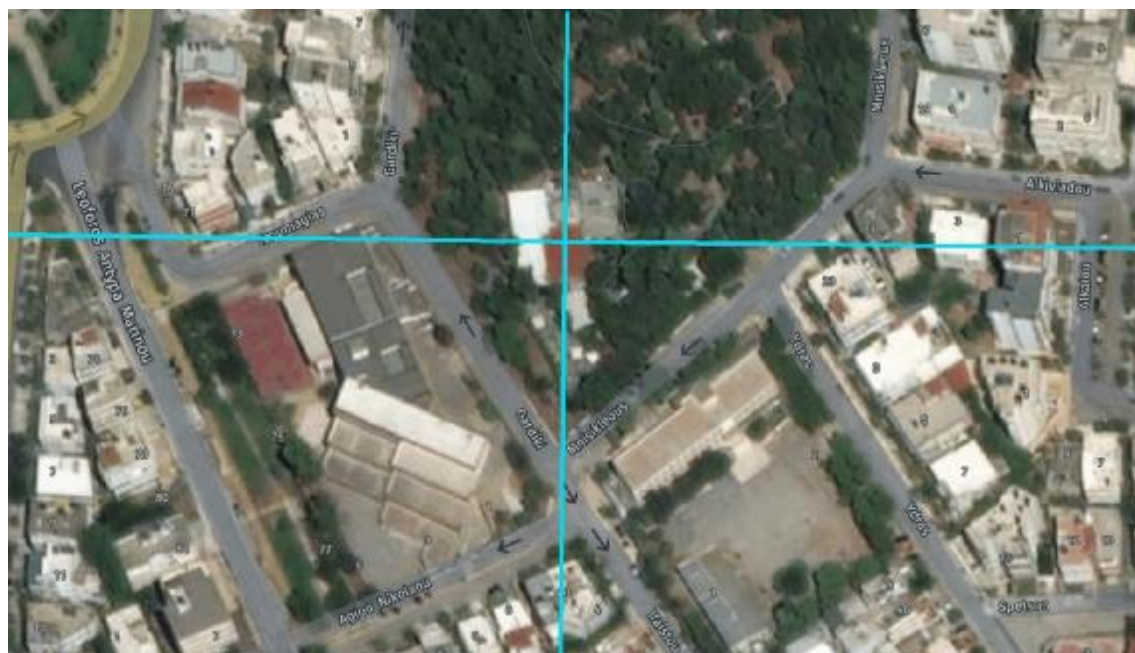
- Δεδομένα από την πινακίδα του μηχανήματος.
- Τοποθεσία του μηχανήματος.
- Κόστος και ημερομηνία αγοράς και τοποθέτησης.
- Στοιχεία, αγοράς και εγγύηση.
- Απόσβεση.
- Χρονοδιάγραμμα προληπτικής συντήρησης.
- Εφεδρικά ανταλλακτικά που είναι απαραίτητα.
- Εφεδρικά ανταλλακτικά διαθέσιμα.
- Ιστορικό επισκευών (προγραμματισμένων και μη) και των εξόδων τους.

3. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

3.1. ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Το κτίριο το οποίο μελετάται, πρόκειται να χτιστεί στην Ηλιούπολη, και ανήκει στον Δήμο. Δοθέντων των σχεδίων αποφασίστηκε να γίνει μελέτη κλιματισμού και θέρμανσης έτσι ώστε να εκπονηθεί η παρούσα πτυχιακή εργασία. Θα είναι διώροφο και θα γίνει αναψυκτήριο, δηλαδή κατάστημα υγειονομικού ενδιαφέροντος. Από την στιγμή που θα έχει τέτοια χρήση, γίνονται και γνωστά στοιχεία για την μελέτη, όπως ότι θα πρέπει να βγουν φορτία τα οποία δεν έχουν ως είσοδο μόνο δεδομένα δομικών στοιχείων, αλλά και δεδομένα λανθάνοντων φορτίων από ανθρώπους. Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται που πρόκειται να χτιστεί το κτίριο. Τα διπλανά κτίρια είναι αρκετά μακριά και δεν σκιάζουν καθόλου το κτίριο καθώς αυτό πρόκειται να χτιστεί μέσα σε οικόπεδο της δημοτικής αρχής το οποίο είναι περιφραγμένο αρκετά τετραγωνικά περιμετρικά αυτού.



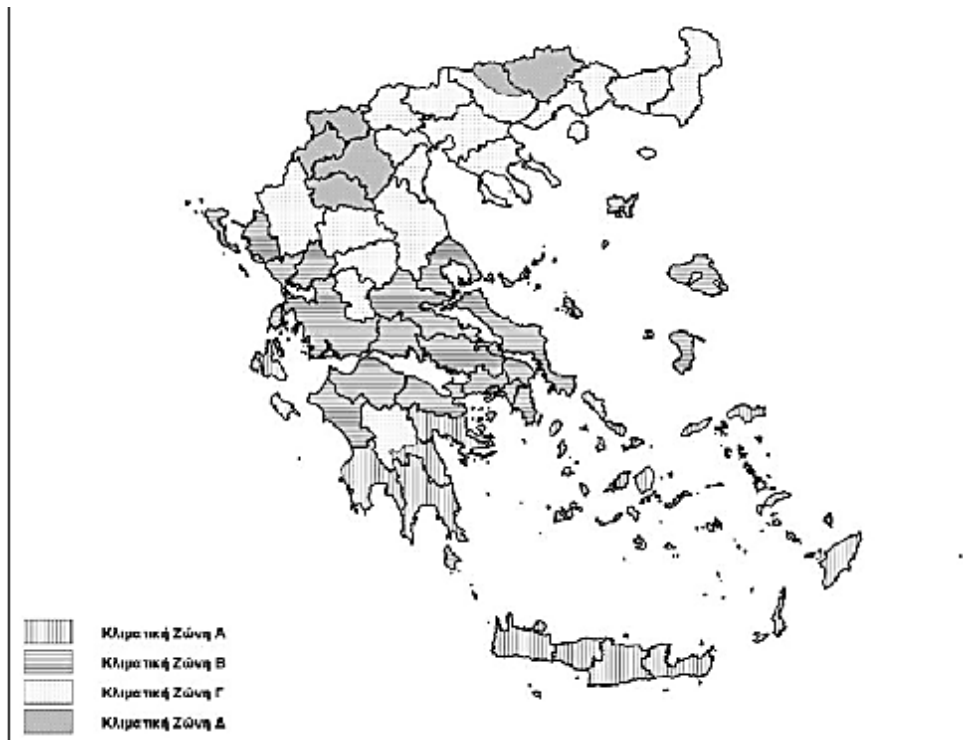
Εικόνα 3.1: Τοποθεσία κτιρίου στον Δήμο Ηλιούπολης

3.1.2. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Παρακάτω παρατίθενται τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής της Ηλιούπολης. Όσο αφορά τις καιρικές συνθήκες, δεν έχουμε ακραία φαινόμενα όπως στην βόρεια και ηπειρωτική χώρα. Έχουμε όμως σχετικά πολλές βροχές και συννεφίες σε σχέση με τους υπόλοιπους νομούς. Υγρασία αρκετή, αλλά και ζεστό θέρος. Τα παρακάτω δεδομένα προέρχονται από την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010.

Πίνακας 3.1: Κλιματολογικά δεδομένα Αθήνας

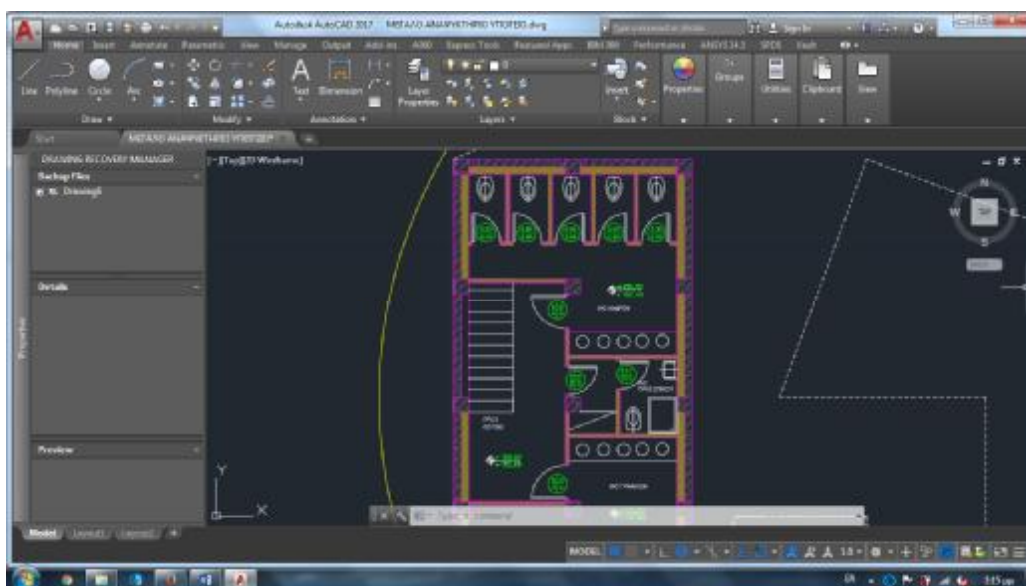
ΑΘΗΝΑ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση μηνιαία θερμοκρασία εικοσιτετράωρου	10,0	10,6	12,5	15,6	20,1	24,1	26,4	26,7	23,5	19,0	14,5	11,4
Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας	11,4	11,9	13,8	16,8	21,3	25,3	27,5	28,0	24,9	20,5	16,0	12,8
Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	14,5	15,0	16,8	19,7	24,2	28,0	30,1	30,9	28,2	24,1	19,5	16,1
Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία	6,1	6,4	7,7	10,2	13,9	17,4	19,4	19,6	17,2	13,8	10,3	7,6
Μέση απολύτως μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	19,0	20,1	23,0	25,1	30,1	33,5	35,2	35,8	32,7	29,6	24,6	20,8
Μέση απολύτως ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία	-0,4	0,5	2,0	5,7	9,4	13,5	16,0	16,3	13,0	8,4	4,0	1,5
Βαθμομέρες θέρμανσης σε θ αναφοράς	248	207	171	72							105	205
Μέση μηνιαία σχετική υγρασία	69,1	67,4	67,1	66,4	64,5	61,9	59,8	59,3	63,0	66,9	70,9	71,2
Μέση μηνιαία ειδική υγρασία	5,2	5,3	6,0	7,2	9,4	11,5	12,7	12,8	11,3	9,1	7,2	5,9
Μέση ταχύτητα του ανέμου	2,5	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,3	2,4
Μέση θερμοκρασία νερού δικτύου	12,8	12,3	12,9	14,8	17,6	21,5	24,4	25,6	25,0	22,3	18,2	15,0
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο	23,9	31,3	50,5	65,3	82,1	85,7	85,3	73,6	55,4	39,8	25,9	21,5



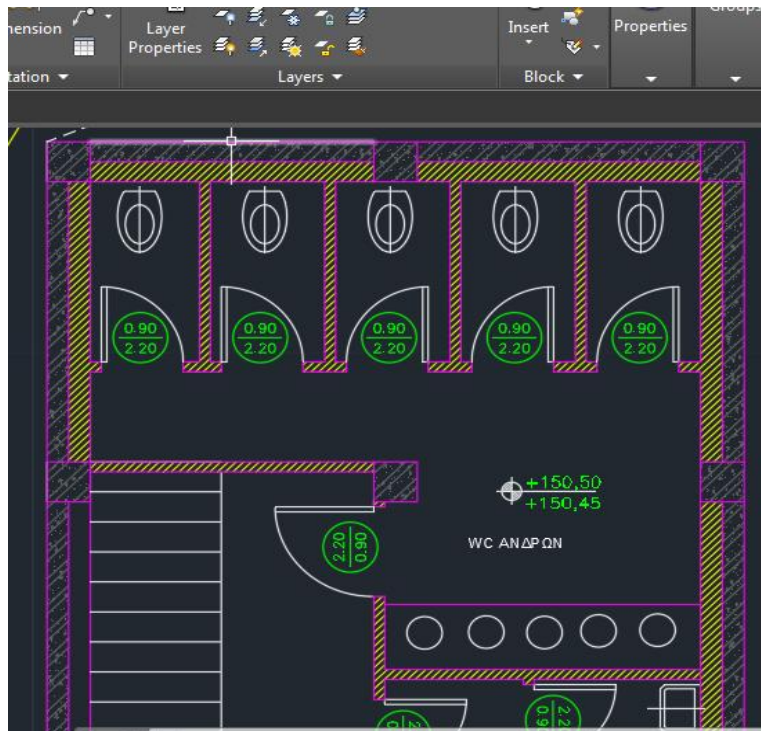
Εικόνα 3.1: Κλιματολογικές ζώνες σύμφωνα με τον Κ.Εν.ΑΚ

3.1.3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

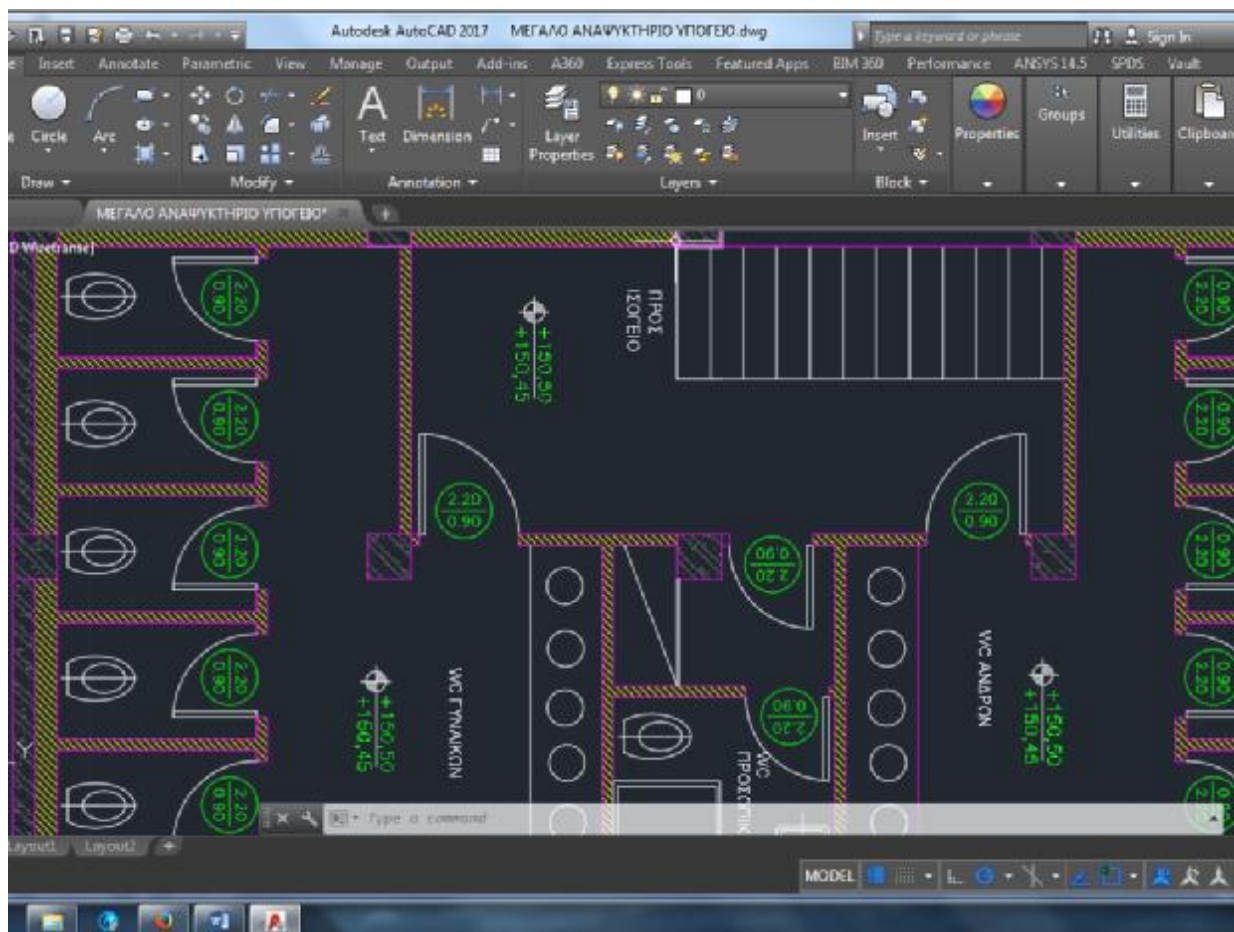
Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει παράθεση των σχεδίων του κτιρίου, τα οποία είναι σε μορφή AutoCAD, σε διάφορες μεγεθύνσεις ανά χώρο (ολόκληρο το σχέδιο έχει πρόβλημα να μπει στο έγγραφο και θα μπει σαν σμίκρυνση, για αυτό το λόγο η πλήρης κάτοψη θα βρίσκεται σε παράρτημα στο τέλος της μελέτης). Επίσης εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι η μελέτη θέρμανσης-κλιματισμού θα γίνει με την βοήθεια του λογισμικού 4M FINE ADAPT.



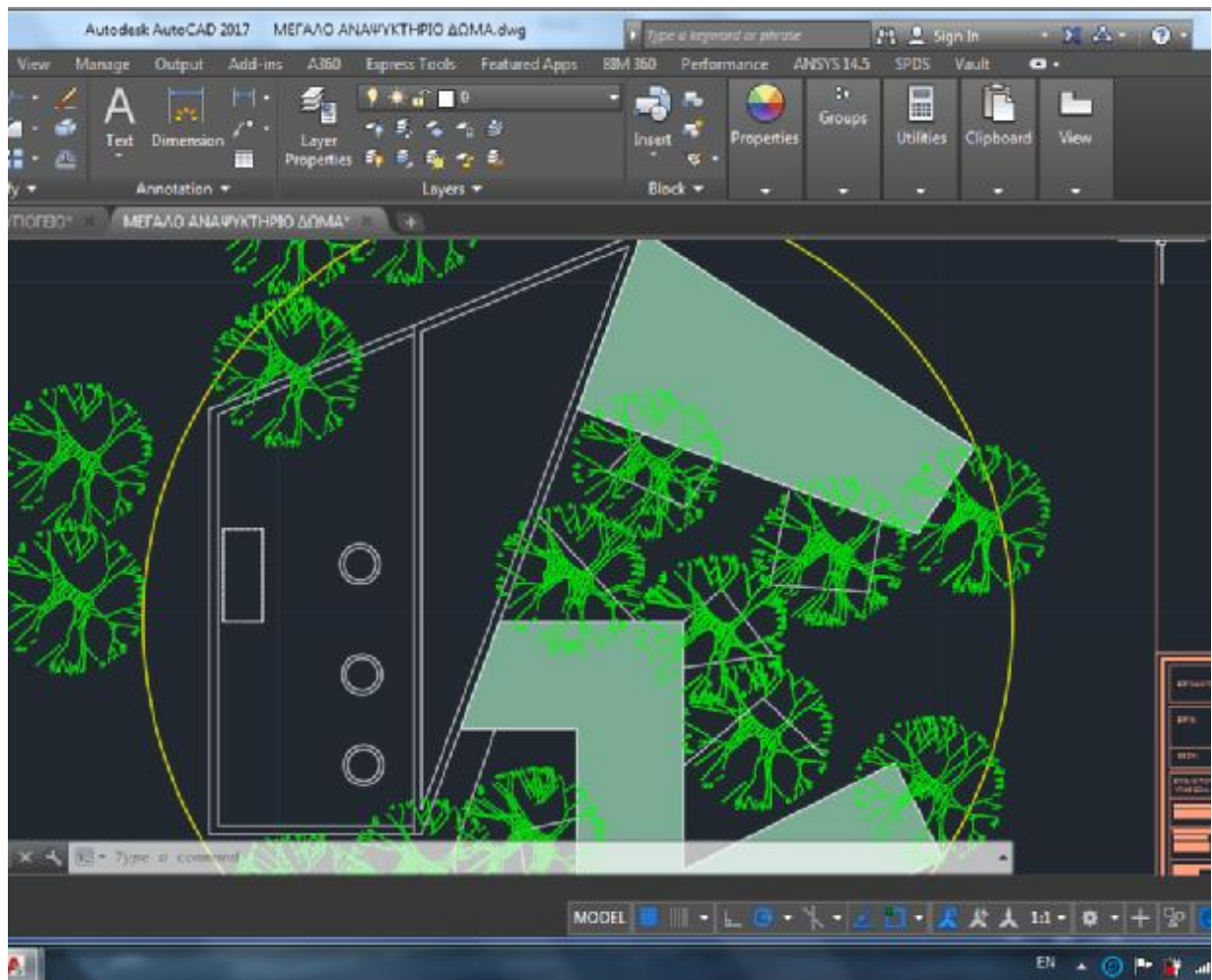
Εικόνα 3.2: Κάτοψη του υπογείου σε στιγμιότυπο οθόνης



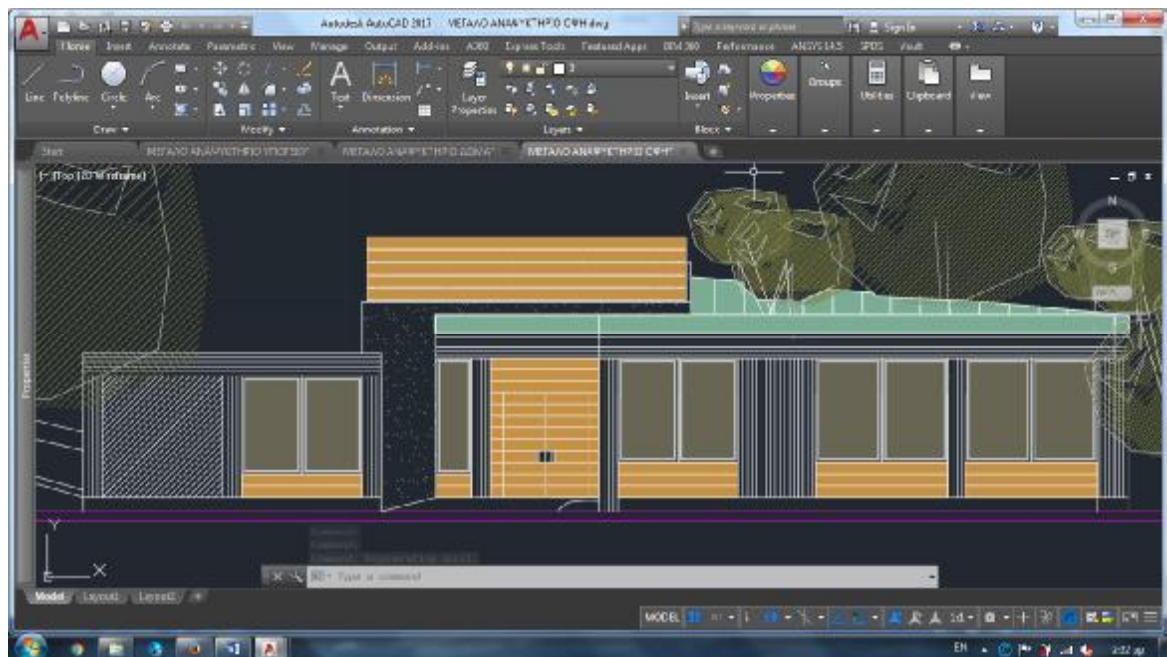
Εικόνα 3.3: Κάτοψη του υπογείου – τουαλέτες και λουτρό



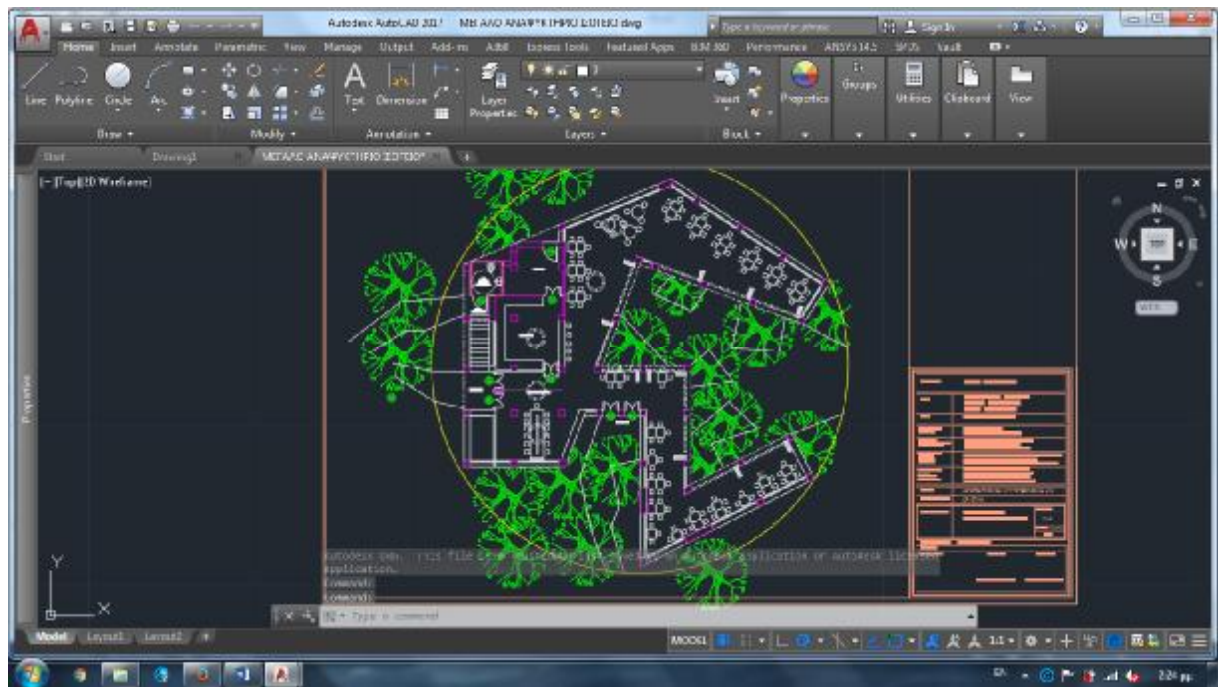
Εικόνα 3.4: Κάτοψη του υπογείου – τουαλέτες και λουτρό



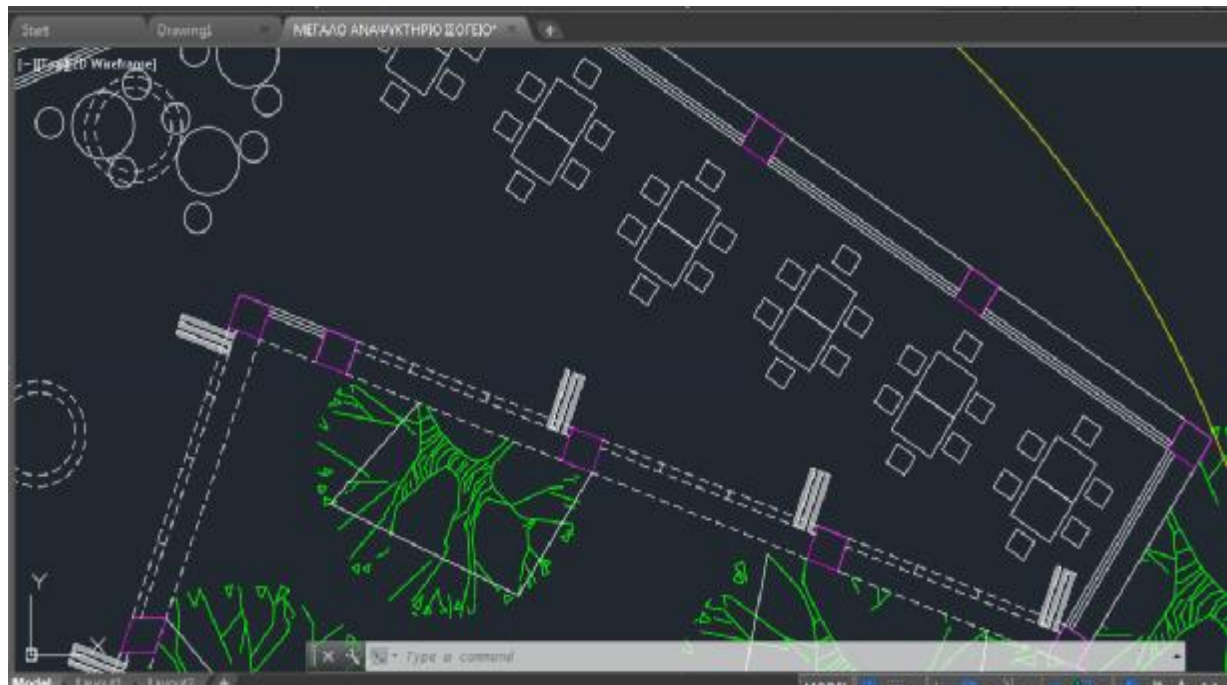
Εικόνα 3.5: Κάτοψη του δώματος



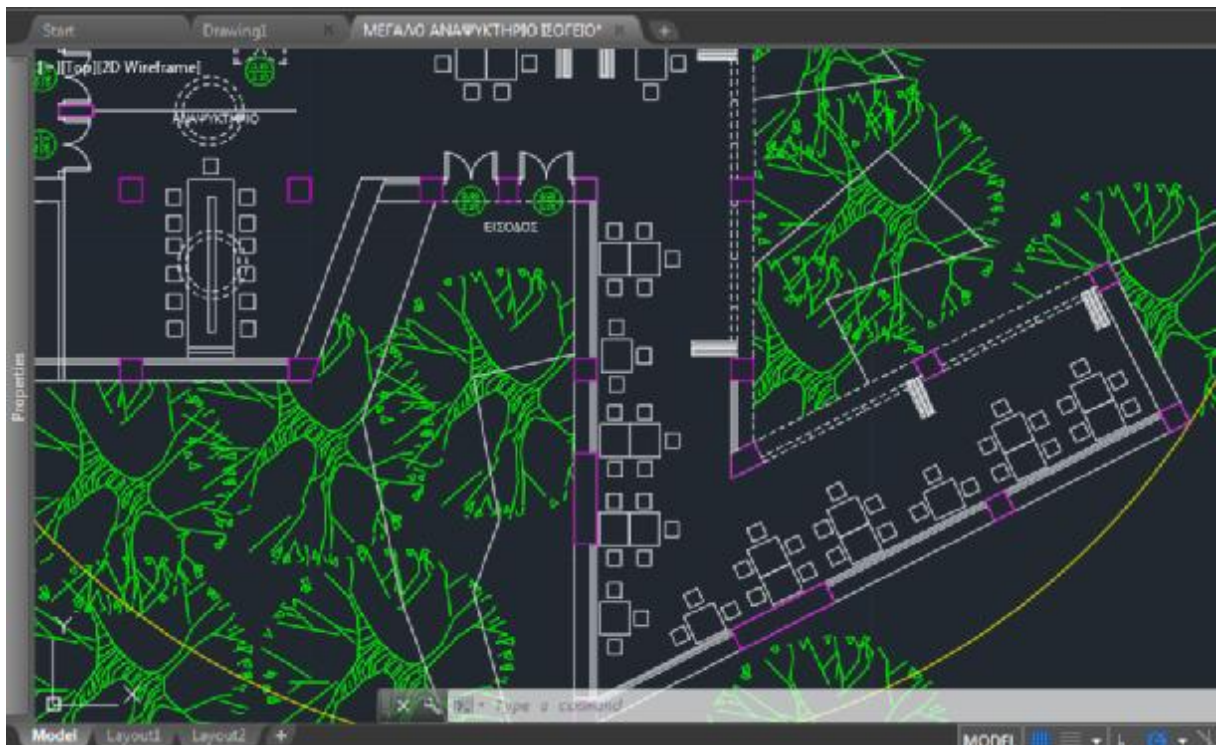
Εικόνα 3.6: Πρόσψη του αναψυκτήριου



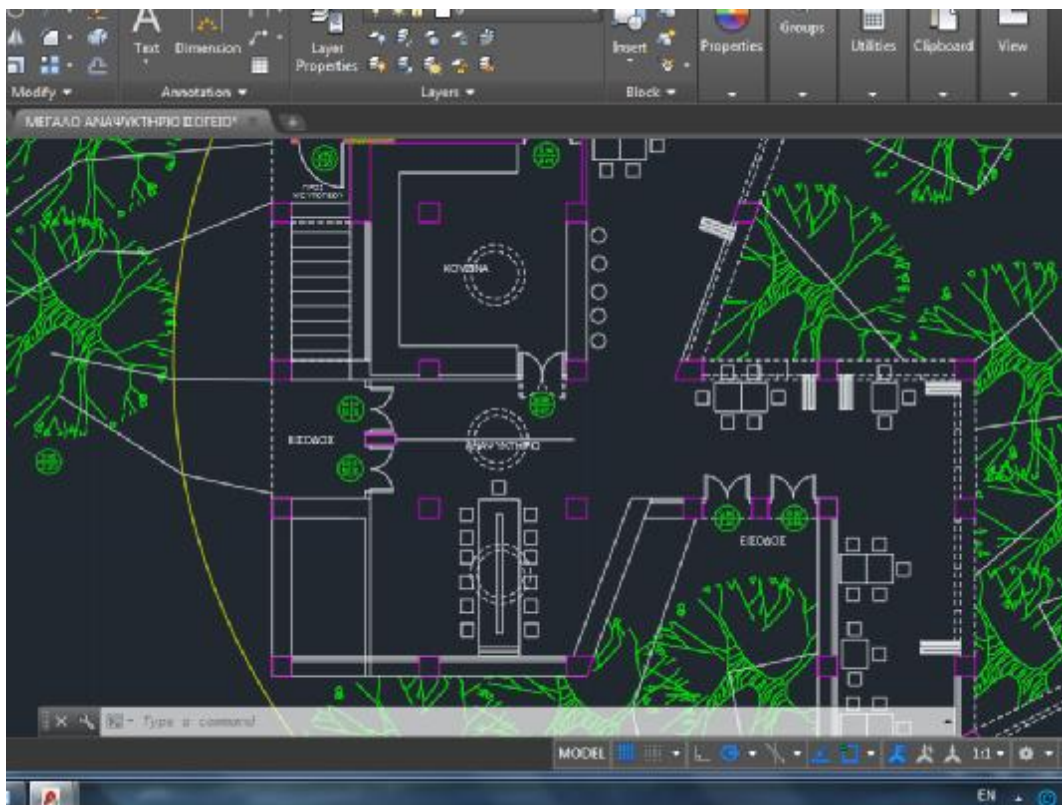
Εικόνα 3.7: Κάτοψη του αναψυκτήριου



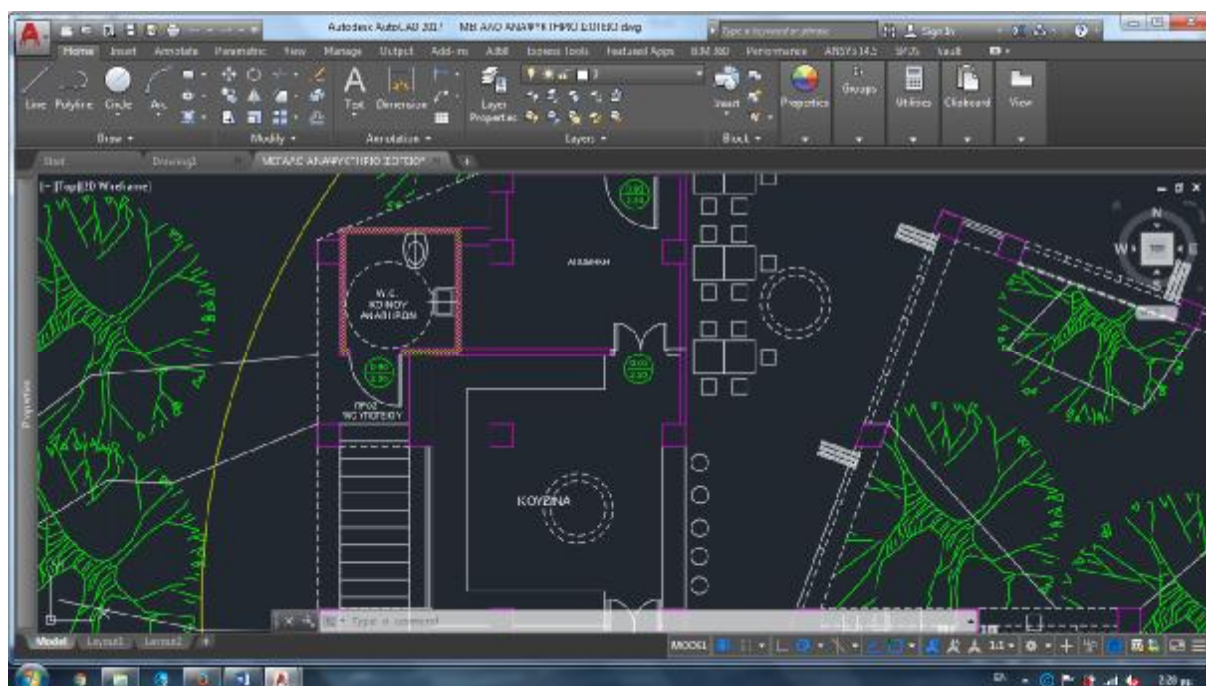
Εικόνα 3.8: Κάτοψη του αναψυκτήριου



Εικόνα 3.9: Κάτοψη του αναψυκτήριου



Εικόνα 3.10: Κάτοψη του αναψυκτήριου



Εικόνα 3.11: Κάτοψη του αναψυκτήριου

3.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

3.2.1. ΜΗ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ

Στην κάτοψη όπου μελετούμε θα πρέπει να αναφερθεί ότι, όπως δείχνουν τα παραπάνω σχέδια, υπάρχει μικρό κλιμακοστάσιο και τουαλέτες. Το κλιμακοστάσιο είναι χώρος ο οποίος έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον πολλές φορές σε σχέση με το υπόλοιπο οίκημα λόγω θυρών που ανοιγοκλείνουν σχετικά συχνά. Το τζάμι δεν έχει βαφτεί, οπότε έχουμε και το απαραίτητο διάχυτο φως από το την στιγμή που ανατείλει ο ήλιος μέχρι την ώρα που θα δύσει.

3.2.2. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Το κτίριο δεν έχει χτιστεί ακόμα, θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά όσον αφορά την τοιχοποιία «Δρομικός και ορθοδρομικός τοίχος με μόνωση 8 cm». Σύμφωνα με τον τελευταίο ΚΕΝΑΚ. Με αυτό τον τρόπο και αφού έχουμε ενημερωθεί και από τον πολιτικό μηχανικό, γνωρίζουμε ότι το K είναι $0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$. Και βάση αυτού του στοιχείου μπορούμε να προχωρήσουμε στην μελέτη θέρμανσης και ψύξης. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι από τα βασικά δεδομένα που πρέπει να είναι γνωστά για την μελέτη. Από αυτή την τιμή εξαρτώνται άλλα μεγέθη που θα αναφερθούν παρακάτω. Επίσης, πρέπει να ειπωθεί ότι όσο πιο καλά μονωμένο είναι το κτίριο, τόσο λιγότερες απώλειες έχουμε όσον αφορά τον κλιματισμό. Και με την έννοια του κλιματισμού δεν εννοούμε μόνο την ψύξη κατά τους θερινούς μήνες αλλά και την θέρμανση. Με λίγα λόγια, κλιματική άνεση έχουμε όταν είναι καλυμμένες οι

ανάγκες και για τις 4 εποχές. Παρακάτω φαίνονται διαφάνειες από την επιλογή του συντελεστή θερμοπερατότητας που αναφέρθηκε παραπάνω:

A/A	Πάχος (m)	Κατηγορία	Υποκατηγορία	Τύπος στρώσης	Συντ. λ	d/λ
Θέση - (Τοίχοι/Δάπεδα: ΜΕΣΑ , Οροφές: ΕΞΩ)						
1	0.20	1. Ανόργανα δε	1.5. Σκυροδέματα	1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμα(>2%	2.500	0.080
2	0.08	6. Θερμομονιατ	6.3. Συνθετικά υλικά κυψελωτής	6.3.4.1. Αφρώδης εξηλασμένη π	0.031	2.581
3	0.10	1. Ανόργανα δε	1.5. Σκυροδέματα	1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμα(1%	2.300	0.043
4	0.020	1. Ανόργανα δε	1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες	1.1.1.5 Γρανίτης	2.800	0.007
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Θέση - (Τοίχοι/Δάπεδα: ΕΞΩ , Οροφές: ΜΕΣΑ)						

Εικόνα 3.12: Διεργασία επιλογής συντελεστή θερμοπερατότητας βάσει υλικών

$\Sigma d = 0.400$
 $R_{\lambda} = 2.287$

αντιστάσεις θερμικής μετάβασης: Τοίχος σε επαφή με το έδαφος
 $R_s = 0.130$
 $R_{se} = 0.000$

θερμική αντίσταση κεραμοσκεπής:
 $R_{si} =$

στρώμα αέρα πάχους [mm]:
 $R_{d} =$

Ροή: οριζόντια από κάτω προς τα πάνω από πάνω προς τα κάτω
 $R_{d} =$

ανακλαστική επιφάνεια με ε = 0.80 0.05 0.10 0.20
 $R_{s,i} =$

$U = 0.414$
 $R_{tot} = 2.417$

Εικόνα 3.13: Διεργασία επιλογής συντελεστή θερμοπερατότητας βάσει υλικών

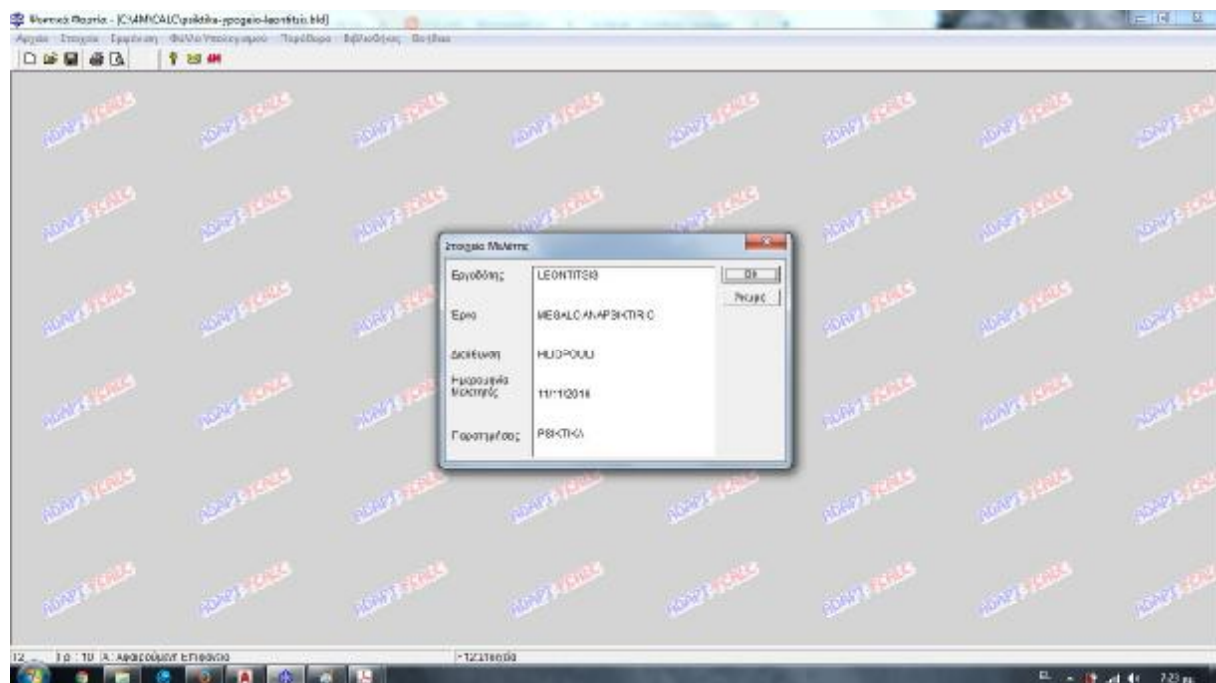
εξαστ τοίχος εραβι εδαφος Ζώνη Β $U_{max}=1.00$

A/A	Πάχος (m)	Κατηγορία	Υποκατηγορία	Τύπος στρώσης	Συντ. λ	d/λ
Θέση - (Τοίχοι/Δάπεδα:ΜΕΣΑ , Οροφές: ΕΞΩ)						
1	0.2	1. Ανόργανο Ωκ	1.5.Σκυροδέματα	1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμα(>2%	2.500	0.080
2	0.06	6. Θερμομονωτ	6.3.Συνθετικά υλικά κυψελωτής	6.3.4.1. Αφρώδης εγγλασμένη π.	0.031	1.935
3	0.137	1. Ανόργανο Ωκ	1.7.Τοιχοποιές	1.7.2.2 Οπτοπλινθοδομή με διάτρ.	0.510	0.260
4	0.003	1. Ανόργανο Ωκ	1.4.Επιχρίσματα/Κενιόματα	1.4.1. Ασβεστοκονίαμα	0.870	0.003
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Θέση - (Τοίχοι/Δάπεδα:ΕΞΩ , Οροφές: ΜΕΣΑ)						

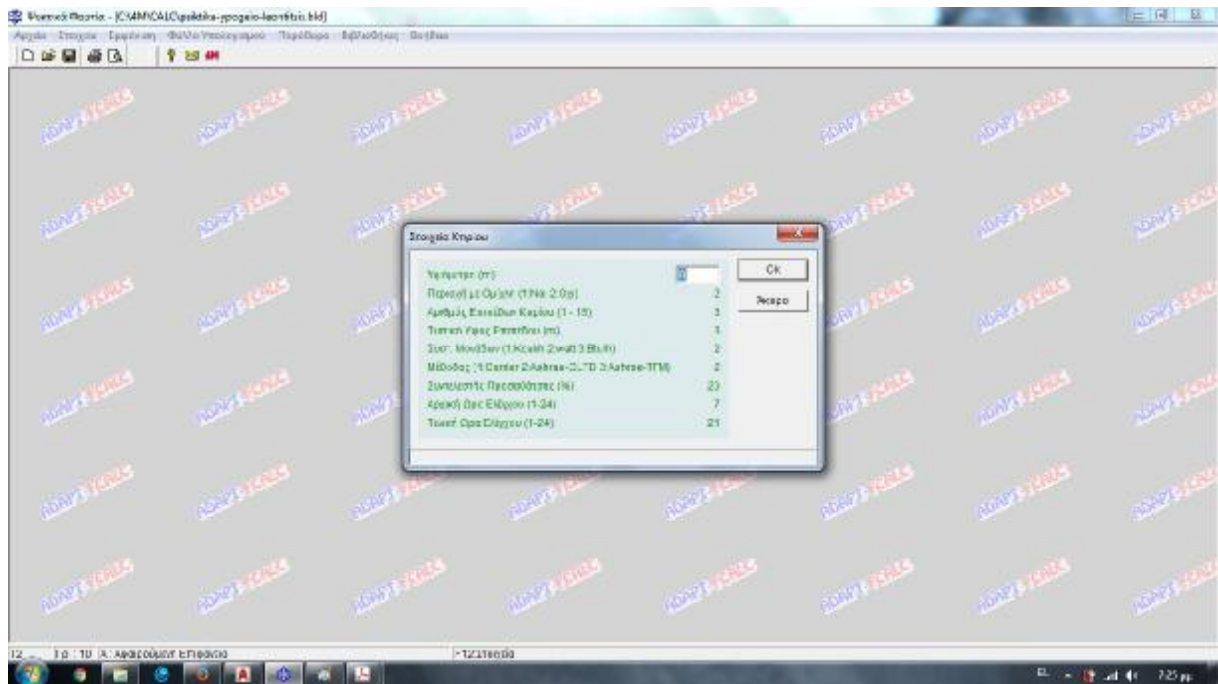
Εικόνα 3.14: Διεργασία επιλογής συντελεστή θερμοπερατότητας βάσει υλικών

3.3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ 4M ΚΑΙ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

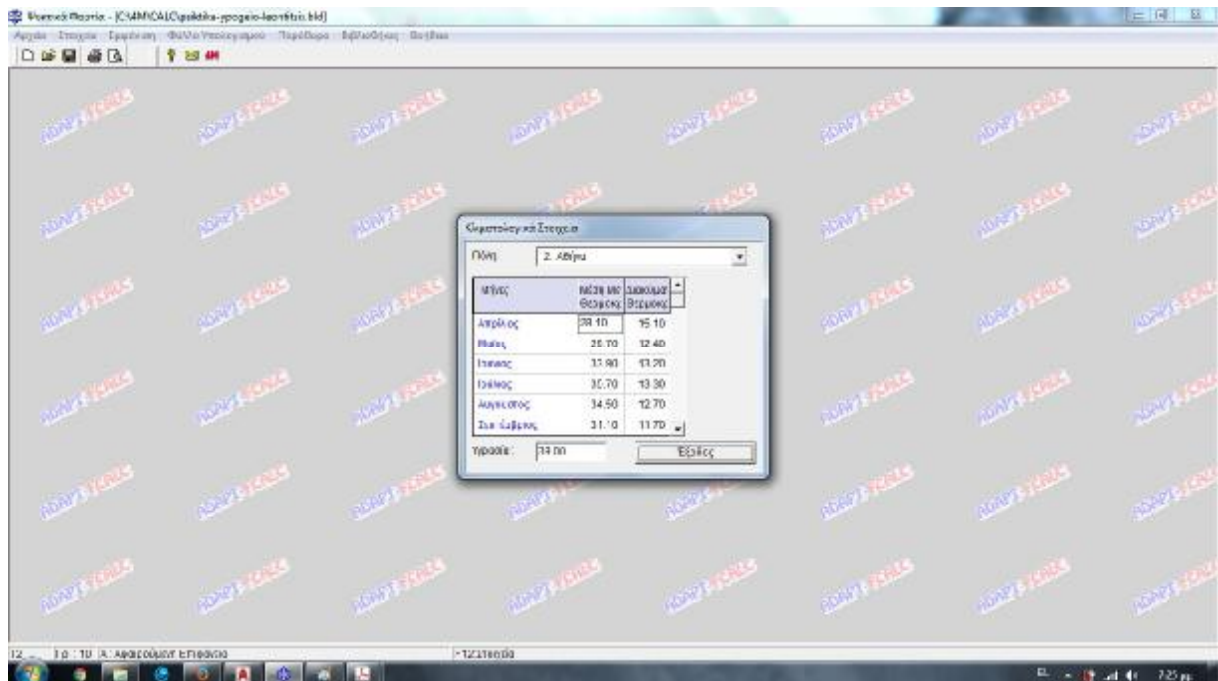
Για να προχωρήσει η μελέτη θα πρέπει να εισαχθούν βασικά δεδομένα στο 4M.



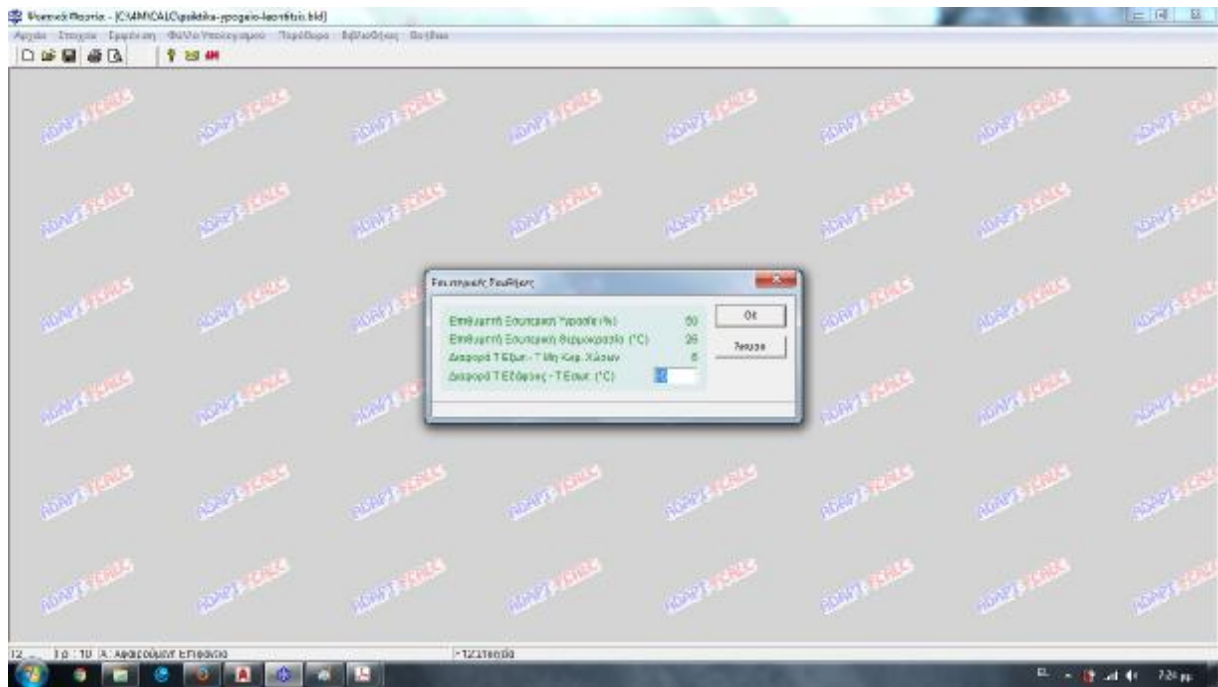
Εικόνα 3.15: Εναρκτήρια οθόνη εισαγωγής δεδομένων στο 4M



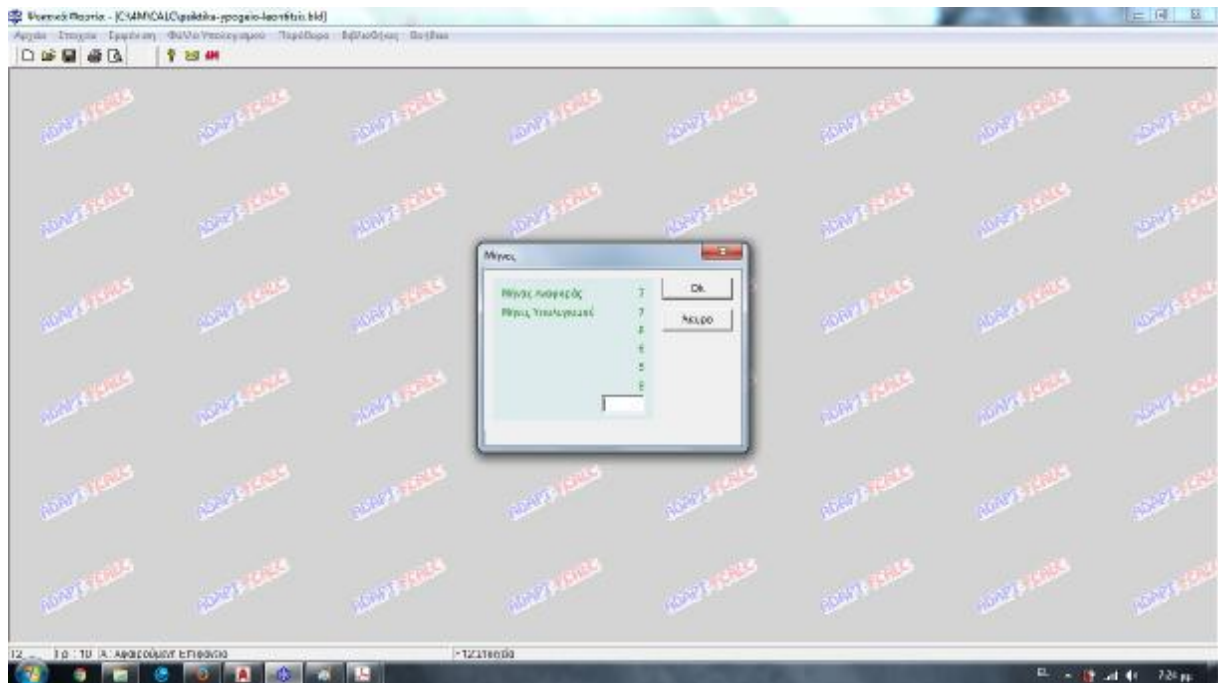
Εικόνα 3.16: Στιγμιότυπο εισαγωγής δεδομένων για κλιματολογικές συνθήκες στο 4M



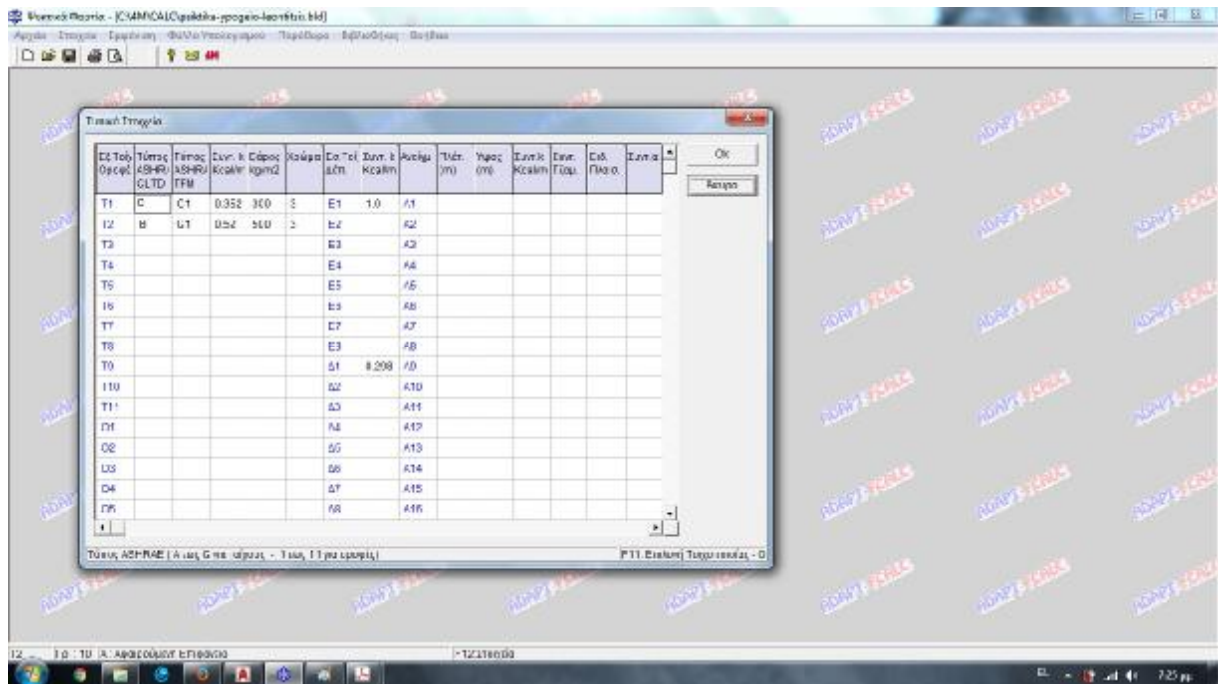
Εικόνα 3.17: Επιλογή πόλης στο 4M



Εικόνα 3.18: Επιλογή εύρους θερμοκρασιών στο 4M

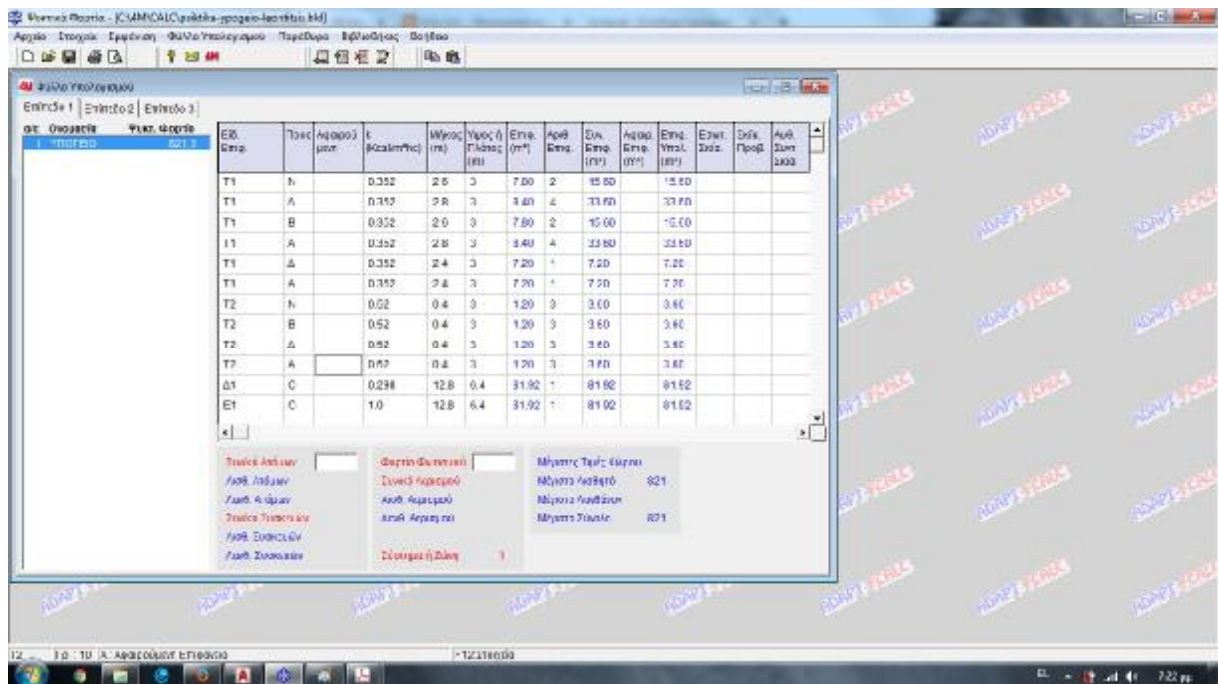


Εικόνα 3.19: Εισαγωγή μηνών αναφοράς στο 4M

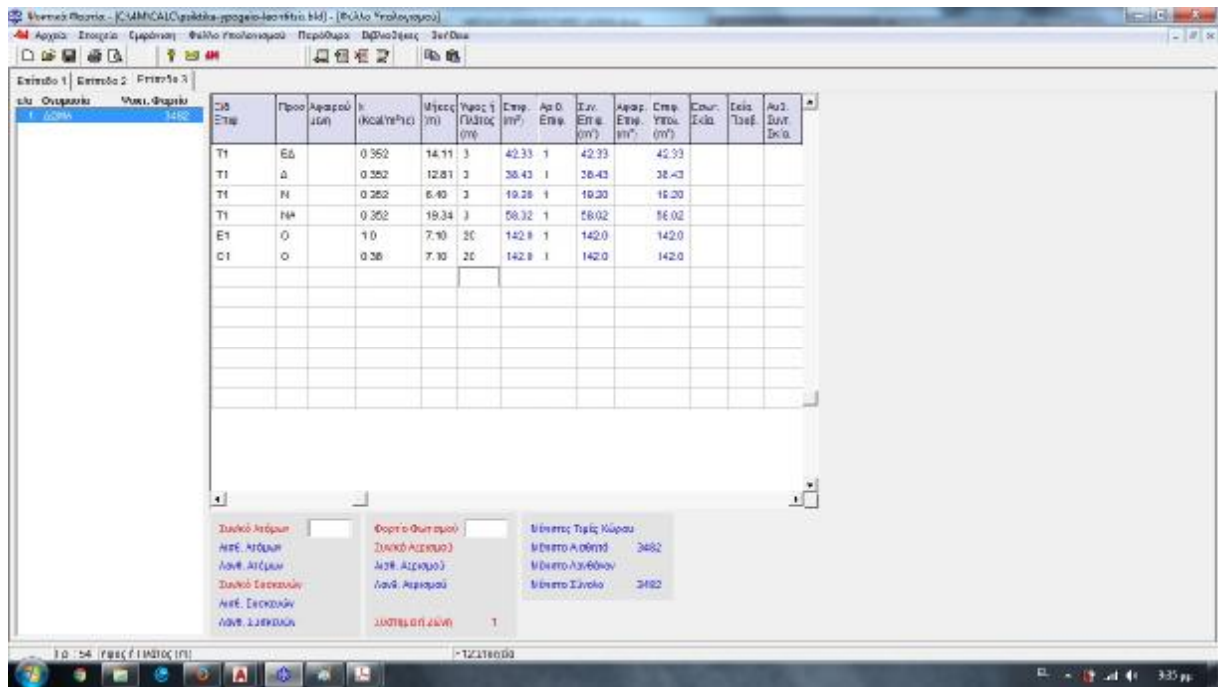


Εικόνα 3.20: Εισαγωγή δεδομένων τοιχοποιίας στο 4M

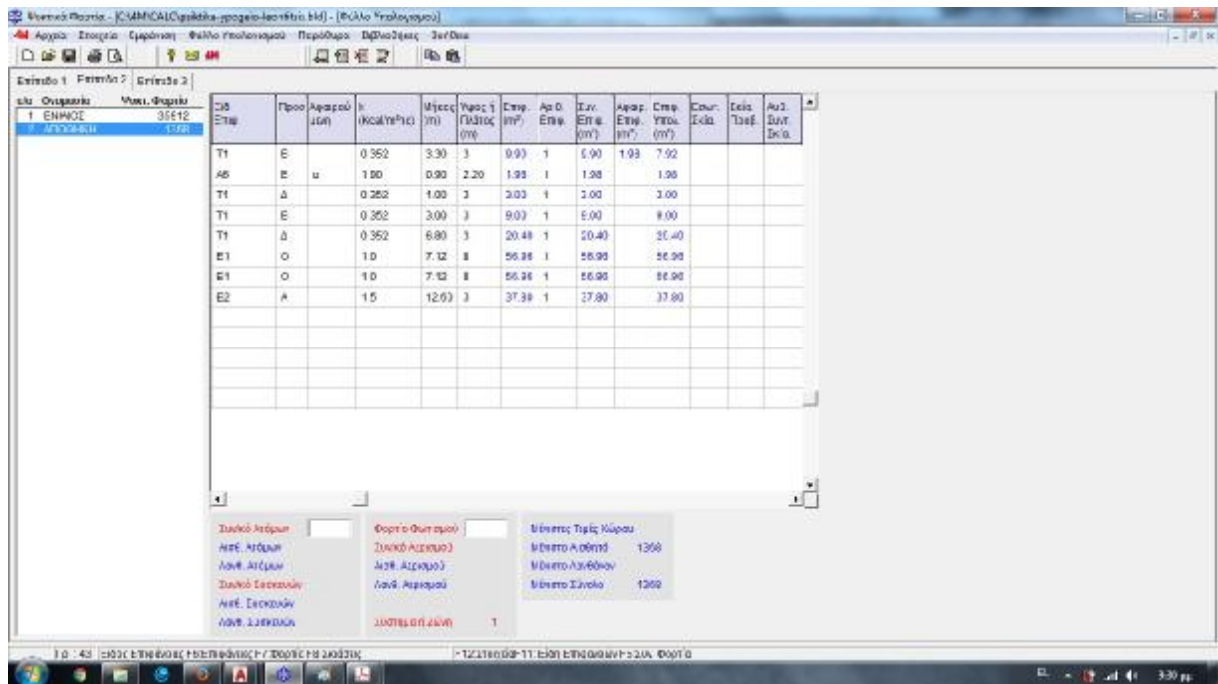
Αφού γίνει εισαγωγή των στοιχείων, δημιουργούνται φόρμες για εισαγωγή κατασκευαστικών λεπτομερειών και δομικών στοιχείων για κάθε χώρο του κτιρίου χωριστά.



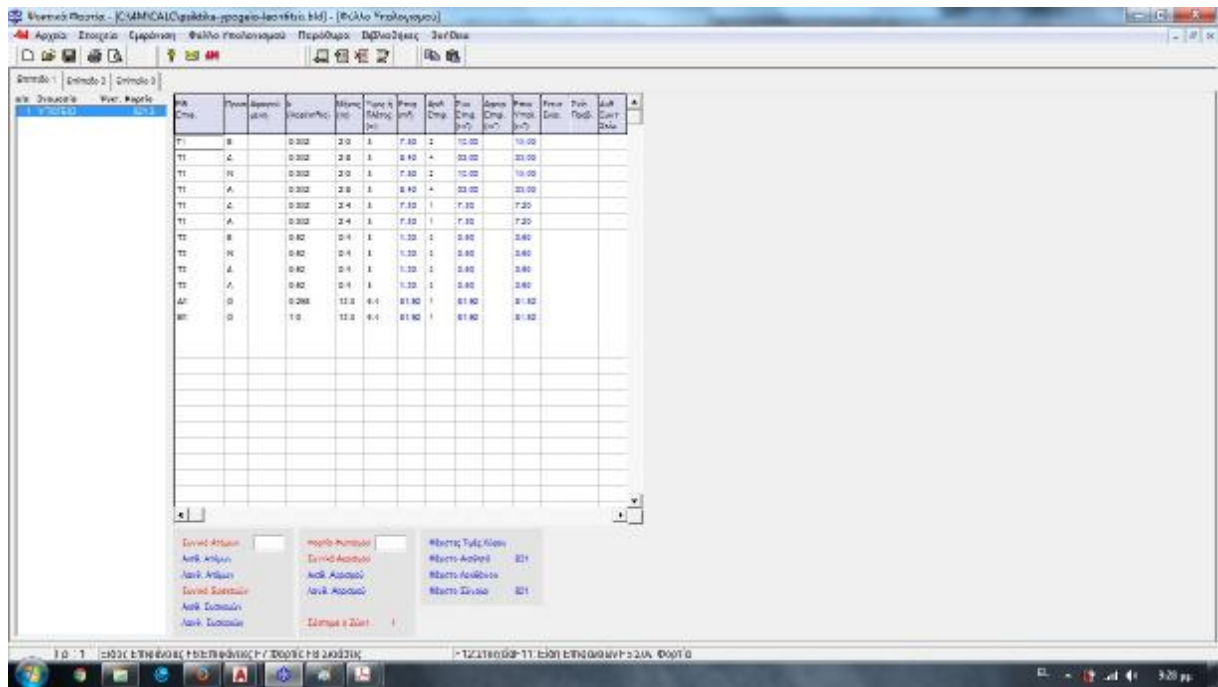
Εικόνα 3.21: Δημιουργία χώρων και επιπέδων στο 4M



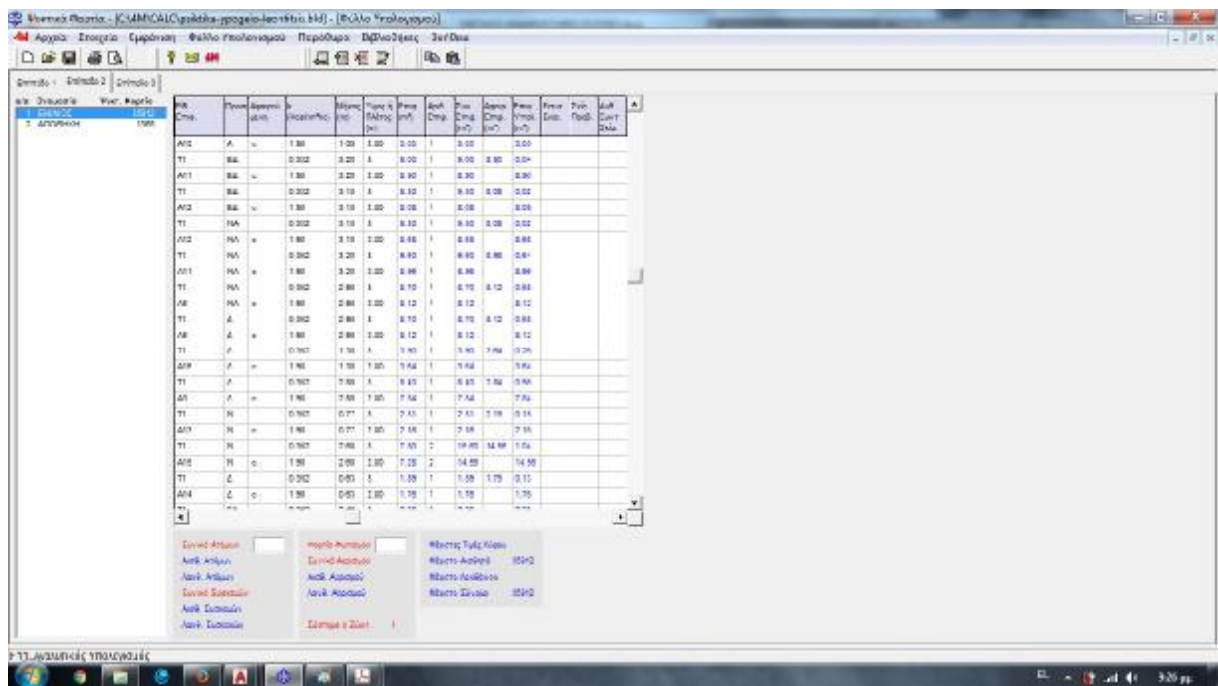
Εικόνα 3.22: Δημιουργία χώρων και επιπέδων στο 4M



Εικόνα 3.23: Δημιουργία χώρων και επιπέδων στο 4M



Εικόνα 3.24: Δημιουργία χώρων και επιπέδων στο 4M



Εικόνα 3.25: Δημιουργία χώρων και επιπέδων στο 4M

Στο τέλος της παρούσας εργασίας παρατίθεται στο παράρτημα ολόκληρη η μελέτη θέρμανσης κλιματισμού αερισμού από το 4Μ. Για λόγους αισθητικής εδώ θα αναφερθούν μόνο τα αποτελέσματα της μελέτης.

3.4. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο :1

1 ΥΠΟΓΕΙΟ :2300

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου :2300

Επίπεδο : 2

1 ΕΝΙΑΙΟΣ :18296

2 ΑΠΟΘΗΚΗ :1964

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου :20261

Επίπεδο : 3

1 ΔΩΜΑ:4017

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου :4017

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου :26577

3.5. ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΜΟΥ

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	7πμ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ	8μμ	9μμ
23 ΙΟΥΛ.	9	14	20	24	28	30	33	36	40	41	41	38	30	23	18
24 ΑΥΓ.	7	12	18	23	27	29	33	36	39	40	39	37	28	22	16
21 ΙΟΥΝ.	6	10	16	20	24	26	30	33	36	38	37	35	26	20	15
21 ΜΑΙΟΥ	-3	2	8	12	16	18	22	25	28	30	29	27	18	12	7
22 ΣΕΠΤ.	-0	5	11	16	20	23	26	29	32	33	31	29	20	14	9

4. ΤΕΧΝΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ E-QUEST

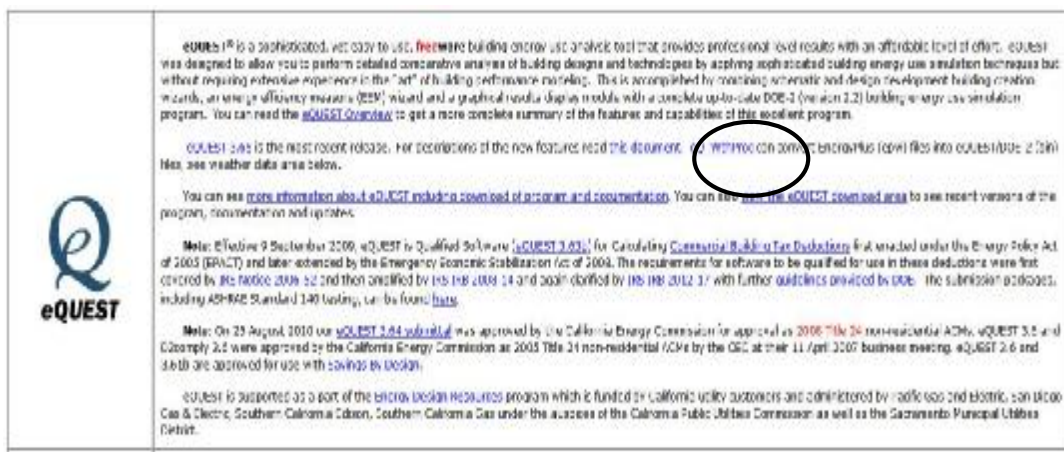
4.1. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Λόγο του ότι το eQuest δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε από το υπουργείο ενέργειας των ηνωμένων πολιτειών (United States Department of Energy [US DOE]) είναι σχεδιασμένο να έχει στην βιβλιοθήκη του αρχεία καιρού για την Αμερική και τον Καναδά. Σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει εμείς να προσθέσουμε στην βιβλιοθήκη του τα επιθυμητά μετεωρολογικά δεδομένα σχετικά με την περιοχή ενδιαφέροντος της μελέτης.

Για να γίνει αυτό θα πρέπει να ακολουθηθεί η ακόλουθη διαδικασία :

- θα πρέπει να γίνει εισαγωγή στην ηλεκτρονική διεύθυνση *Energy Plus Energy Simulation Software* όπου εκεί θα υπάρχουν τα μετεωρολογικά δεδομένα για ευρωπαϊκές χώρες, στη συνέχεια θα επιλεγούν αυτά τα οποία αναφέρονται στην Ελλάδα.
- θα πρέπει να μετατραπούν τα αρχεία του καιρού σε υποστηριζόμενη μορφή (τύπου «.bin») για το eQuest ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα :

Από την ηλεκτρονική διεύθυνση www.doe2.com ανοίγει ο σύνδεσμος *eQ_WthProc* Εικ. 4.1.



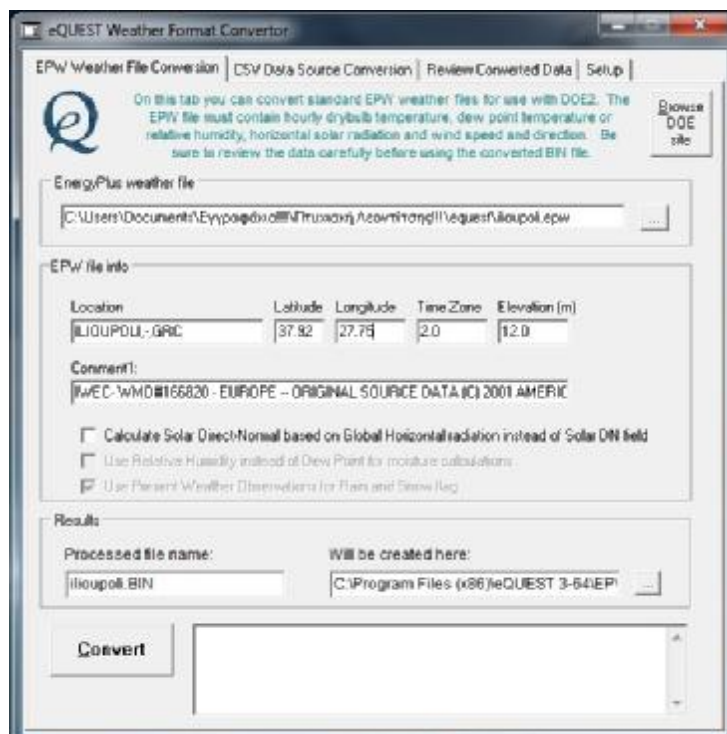
Εικόνα 4.1: Απόσπασμα ηλεκτρονικής διεύθυνσης

Ο σύνδεσμος *eQ_WithProc* μας παραπέμπει σε μια νέα ηλεκτρονική διεύθυνση, Εικ. 4.2 όπου εκεί επιλέγοντας τώρα το *eQ_WithProc* μπορούμε να το αποθηκεύσουμε.



Εικόνα 4.2: Απόσπασμα ηλεκτρονικής διεύθυνσης

Το αρχείο της λήψης με το όνομα *EPW* το αποθηκεύουμε στον υπό φάκελο *Weather* τον οποίο θα βρούμε μέσα στο φάκελο εγκατάστασης *eQUEST 3-64 Data*.



Εικόνα 4.3: Εισαγωγή Μετεωρολογικών Δεδομένων

Στον φάκελο *EPW* υπάρχει ο φάκελος με το όνομα *source files* στον οποίο αποθηκεύουμε τα αρχεία καιρού.

Στον φάκελο *EPW* υπάρχει ο φάκελος με το όνομα *Processor*. Στον φάκελο αυτό διαγράφουμε το αρχείο *eQ_WthProc.INI* και ανοίγουμε το αρχείο *eQ_WthProc.exe*.

- Ανοίγουμε το *eQ_WthProc.exe*
- Και τέλος τοποθετούμε το εξαγόμενο αρχείο καιρού στον υπό φάκελο *Weather* τον οποίο θα βρούμε μέσα στο φάκελο εγκατάστασης *eQUEST 3-64 Data*.

4.2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

4.2.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το οίκημα που θα χρησιμοποιηθεί για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακών απαιτήσεων είναι το αναψυκτήριο του Δήμου Ηλιούπολης όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 3 και βρίσκεται στη περιοχή της Ηλιούπολης του νομού Αττικής.

Λόγο του ότι το eQuest χρησιμοποιεί το αγγλοσαξονικό σύστημα μονάδων θα πρέπει να προηγηθεί πρώτα μια διαδικασία μετατροπής των μεγεθών μας για να είναι συμβατά με το πρόγραμμα. Βάση του αρχιτεκτονικού σχεδίου εξάγουμε τις κάτωθι πληροφορίες οι οποίες θα χρειαστούν στην μοντελοποίηση :
(σημείωση : $1\text{ft} \approx 0,3\text{m}$ και $1\text{ft}^2 \approx 0,09\text{m}^2$).

- Η βορεινή πλευρά του κτιρίου ταυτίζεται με το πάνω μέρος του σχεδίου μας.
- Το κτίριο μας απαρτίζεται από επτά κύριους χώρους.

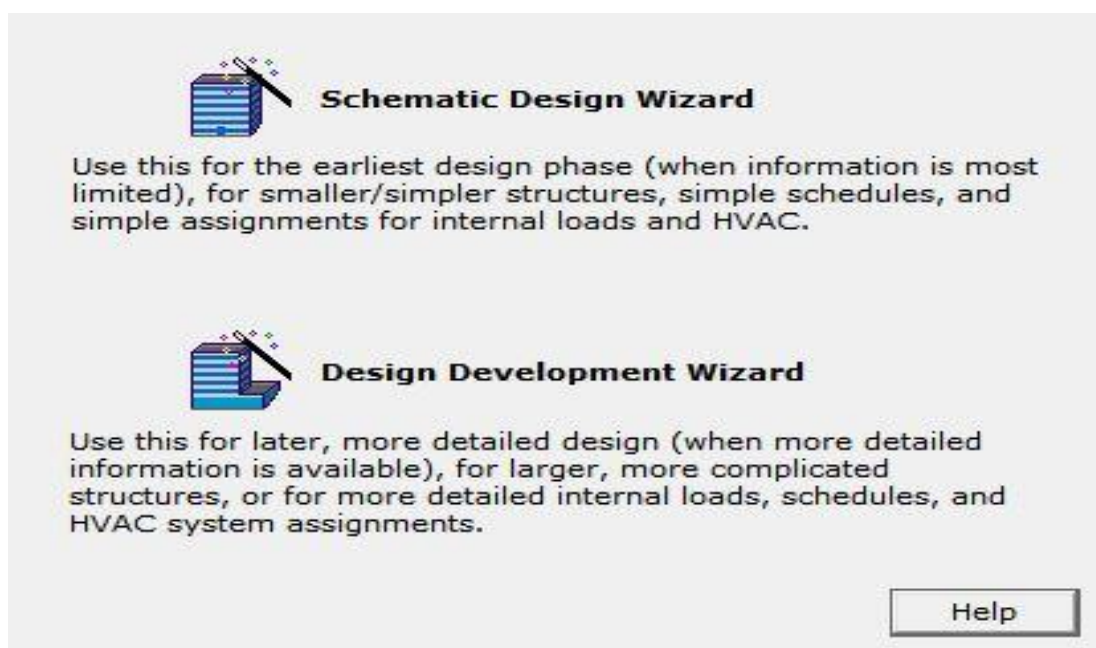
Πίνακας 4.1: Χώροι κτιρίου

A/A	Ονομασία χώρου	Αριθμός εκάστοτε χώρου
i	αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	1
ii	αποθήκη	2
iii	w/c	3
iv	χώρος υποδοχής	4
v	κουζίνα	5
vi	τραπεζαρία	6
vii	γραφείο	7

4.2.2. ΠΟΡΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Κατά την έναρξη του προγράμματος eQuest στην οθόνη εργασίας του μας εμφανίζονται οι παρακάτω δύο επιλογές :

- Schematic Design Wizard. Η πρώτη επιλογή απευθύνεται στη πρώιμη φάση σχεδιασμού όταν έχουμε περιορισμένα δεδομένα, για μικρότερα απλής αρχιτεκτονικής κτίρια, με απλά χρονοδιαγράμματα λειτουργίας και απλή λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης – κλιματισμού.
- Design Development Wizard. Η δεύτερη επιλογή απευθύνεται σε μια μετέπειτα πιο αναλυτική φάση σχεδιασμού όταν έχουμε αναλυτικά δεδομένα, για μεγαλύτερα κτίρια πολύπλοκης αρχιτεκτονικής, με σύνθετα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας και σύνθετη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης – κλιματισμού.



Εικόνα 4.4: Έναρξη προγράμματος

Βήμα 1° : Wizard Selection

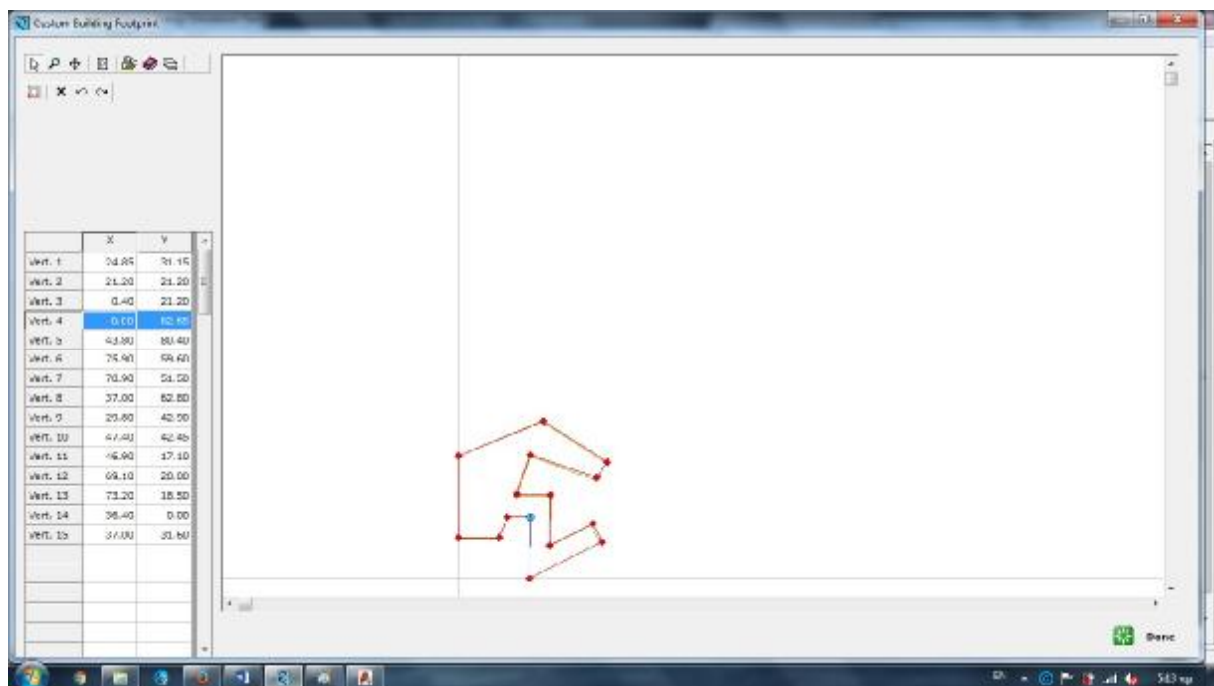
Επιλέγουμε την επιλογή Schematic Design Wizard διότι οι πληροφορίες μας σχετικά με το κτίριο και τα εσωτερικά του φορτία είναι περιορισμένες.

Βήμα 2° : General Information

Σε αυτό το βήμα εισάγουμε γενικές πληροφορίες για το κτίριο μας

- **Project Name** : Στο πεδίο αυτό εισάγουμε το όνομα του μοντέλου μας
- **Building Type** : Ανάμεσα σε διάφορους τύπους κτιρίων επιλέγουμε το τύπο του κτιρίου μας
- **Location Set** : Ορίζουμε τη τοποθεσία που βρίσκετε το κτίριο μας, λόγω του ότι η Ελλάδα δεν είναι στις προεπιλεγμένες τοποθεσίες επιλέγουμε την επιλογή User Selected (Επιλογή χρήστη).

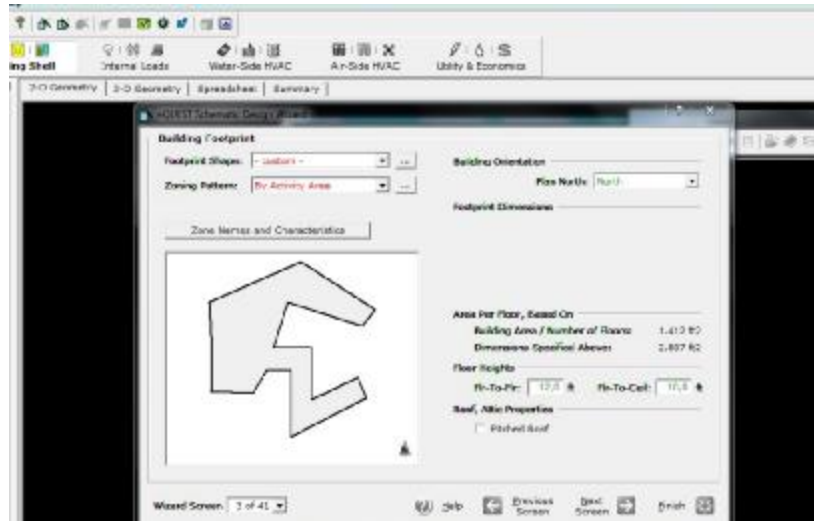
- **Weather File** : Επιλέγουμε το αρχείο καιρού
- **Utility** : Στα πεδία αυτά επιλέγουμε κάποιες προτεινόμενες εταιρίες ενέργειας για τα είδη των εγκαταστάσεων που έχουμε : α) την επιλογή της ηλεκτρικής εγκατάστασης όπου τη θέτουμε ως Custom («επιλογή χρήστη») και β) την επιλογή εγκατάστασης αερίου όπου τη θέτουμε ως «κενή».
- **Area and Floors** : Στο πεδίο Building Area εισάγουμε την ενεργό επιφάνεια του κτιρίου μας. Στο Number of Floors : Above Grade ορίζουμε τον αριθμό των ορόφων του κτιρίου μας.
- **Cooling and Heating** : Επιλέγουμε το σύστημα κλιματισμού του κτιρίου μας στο πρώτο πεδίο και το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου μας στο δεύτερο πεδίο.
- **Other Data** : Στο πεδίο Analysis Year εισάγουμε το έτος που επιθυμούμε να γίνει η προσομοίωση, τα πεδία Day lighting Controls και Usage Details είναι προεπιλογή του eQuest.



Εικόνα 4.5: Αποτύπωση κτιριακού περιγράμματος

Βήμα 3^ο : Building Footprint

- **Footprint Shape** : Επιλέγουμε το σχήμα της κάτοψης του κτιρίου μας, λόγο του ότι το κτίριο μας έχει μορφή «ακανόνιστη» επιλέγουμε από τη λίστα την επιλογή user choice

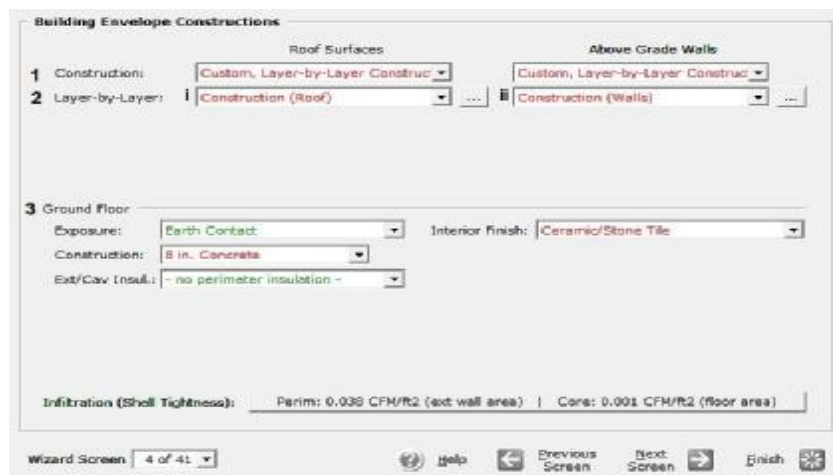


Εικόνα 4.6: Αποτύπωση κτιριακού περιγράμματος στο κυρίως πρόγραμμα

- **Zoning Pattern** : Επιλέγουμε το είδος των θερμικών ζωνών του κτιρίου, λόγο του ότι το κτίριο μας είναι χωρισμένο σε μια μόνο ζώνη επιλέγουμε την επιλογή One per Floor.
- **Building Orientation** : Στο πεδίο Plan North επιλέγουμε τον προσανατολισμό του κτιρίου μας
- **Footprint Dimensions** : Στα πεδία που εμφανίζονται συμπληρώνουμε κατάλληλα τις διαστάσεις του κτιρίου μας.
- **Floor Heights** : Στο πεδίο Flr to Flr εισάγουμε το συνολικό ύψος του κτιρίου μας ενώ στο πεδίο Flr to Ceil εισάγουμε το ύψος του κτιρίου από το δάπεδο μέχρι το ταβάνι.

Βήμα 4^ο : Building Envelope Constructions

Στο βήμα αυτό θα περιγράψουμε τα υλικά του κελύφους του κτιρίου Εικ 4.7



Εικόνα 4.7: Κατασκευή κελύφους κτιρίου

- Ø **Construction** : Στο πεδίο αυτό ανάμεσα στις προεπιλογές υλικών του eQuest επιλέγουμε το Custom, Layer by Layer Construction, και για την οροφή μας (Roof Surface) και για τους εξωτερικούς (μη υπόγειους) τοίχους του κτιρίου μας (Above Grade Walls).
 - Ø **Layer by Layer** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε να συνθέσουμε εξ αρχής τη δομή της επιφάνειας μας είτε πρόκειται: για οροφή είτε, για τοίχο.
- **Σύνθεση οροφής** : Λόγο του ότι δεν υπάρχει προεπιλογή στο eQuest με τα χαρακτηριστικά που έχουμε, θα πρέπει να την εισάγουμε επιλέγοντας στο πεδίο Layer by Layer, το οποίο θα μας εμφανιστεί το ακόλουθο παράθυρο Εικ 4.8
 - Ø *Construction Name* : Στο πεδίο αυτό μπορούμε να θέσουμε ένα όνομα της αρεσκείας μας.
 - Ø *Surface Type* : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το Roof μιας και στη περίπτωση αυτή συνθέτουμε την οροφή του κτιρίου μας. (Σημείωση : η δημιουργία της δομής γίνεται από έξω προς τα μέσα)
 - Ø *Specify Method* : Στη στήλη αυτή βρίσκουμε δύο τρόπους :

Το Specify Resistant επιλέγεται όταν ξέρουμε την αντίσταση θερμοδιαφυγής του υλικού (R-Value). Η αντίσταση μετριέται σε μονάδες $h \text{ ft}^2\text{°F} / \text{Btu}$ και είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής. Αν γνωρίζουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής μας υπολογίζουμε την αντίσταση θερμοδιαφυγής η οποία προκύπτει. Το Library Entry επιλέγεται όταν το υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε υπάρχει στις διαθέσιμες προεπιλογές του eQuest.

Layer-by-Layer Construction

1 Construction Name: 2 Surface Type:

Layers: (outside to inside)

	Spec Method	Category	Material	R-Value (h-ft ² -°F/Btu)	Thickness (ft)	Conductivity (Btu/h-ft-°F)	Density (lb/ft ³)	Spec. Heat (Btu/lb-°F)
3	1 Specify Resist			10,000				
	2 Library Entry	Concrete 80 lb	Concrete, LW, 80 Lb., 8 Incl		0,667	0,2083	80,00	0,200
	3 - select mater							

Overall R-Value: h-ft²-°F/Btu

Help ? Done ✖

Εικόνα 4.8: Σύνθεση οροφής κτιρίου

- **Σύνθεση εξωτερικών τοίχων:** Σε αυτό το στάδιο γίνεται η καταχώρηση των στοιχείων εξωτερικής τοιχοποιίας.

Layer-by-Layer Construction

1 Construction Name: 2 Surface Type:

Layers: (outside to inside)

3

	Spec Method	Category	Material	R-Value (h-ft ² -°F/Btu)	Thickness (ft)	Conductivity (Btu/h-ft-°F)	Density (lb/ft ³)	Spec. Heat (Btu/lb-°F)
1	Specify Resist			8,000				
2	Library Entry	Asbestos Cem	Asbestos-Cement Board, 1/2"		0,021	0,3450	120,00	0,200
3	Library Entry	Brick	Brick, Common, 4 Inch (BK)		0,333	0,4167	120,00	0,200
4	Library Entry	Polystyrene	Polystyrene, Expanded, 1-1/2"		0,125	0,0200	1,80	0,290
5	Library Entry	Brick	Brick, Common, 4 Inch (BK)		0,333	0,4167	120,00	0,200
6	Library Entry	Asbestos Cem	Asbestos-Cement Board, 1/2"		0,021	0,3450	120,00	0,200

Overall R-Value: h-ft²-°F/Btu

Help ? Done *

Εικόνα 4.9: Σύνθεση εξωτερικής τοιχοποιίας κτιρίου

- Ø **Construction Name** : Στο πεδίο αυτό μπορούμε να θέσουμε ένα όνομα της αρεσκείας μας.
- Ø **Surface Type** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το Vertical Exterior Wall από τις επιλογές του eQuest μιας και στη περίπτωση αυτή συνθέτουμε τους τοίχους του κτιρίου μας. (Σημείωση : η δημιουργία της δομής γίνεται από έξω προς τα μέσα)
- Specify Method** : Στη στήλη αυτή βρίσκουμε δύο τρόπους :

Building Envelope Constructions

Roof Surfaces: Construction: Layer-by-Layer: ...

Above Grade Walls: Construction: Layer-by-Layer: ...

Ground Floor: Exposure: Interior Finish: Construction: Ext/Cav Insul.:

Below Grade Walls: Construction: Insulation:

Infiltration (Shell Tightness): Perim: 0.038 CFM/ft² (ext wall area) | Core: 0.001 CFM/ft² (floor area)

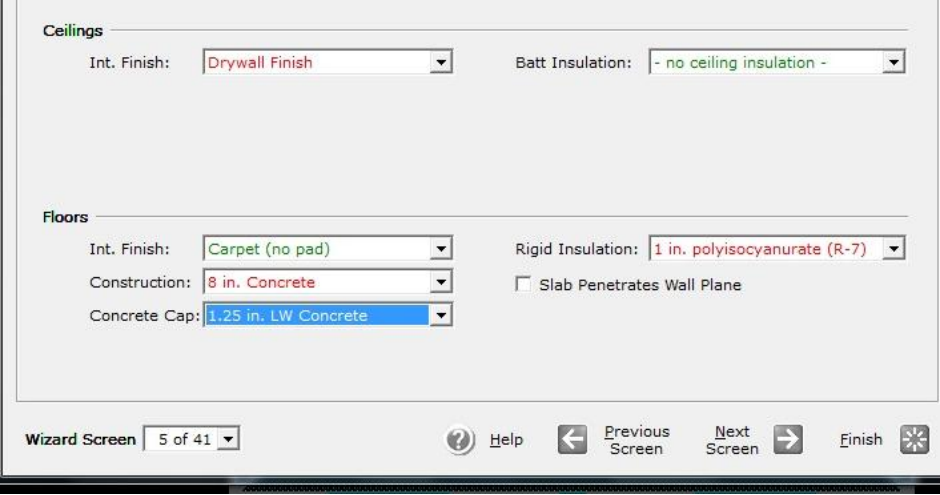
Εικόνα 4.10: Επιστροφή στο αρχικό μενού

- **Ground Floor** : Στο πεδίο Exposure επιλέγουμε το Earth Contact λόγο του ότι το κτίριο μας έχει άμεση επαφή με το έδαφος. Στο πεδίο Construction επιλέγουμε το πάχος του δαπέδου. Στο πεδίο Interior Finish επιλέγουμε το

Ceramic / Stone Tile (πλακάκια). Στο πεδίο Ext/cav Insulation επιλέγουμε το no perimeter insulation (χωρίς περιμετρική μόνωση).

Βήμα 5° : Building Interior Constructions

Στο βήμα αυτό θα ασχοληθούμε με την εσωτερική δομή του κτιρίου Εικ 4.11.



Εικόνα 4.11: Εσωτερική δομή κτιρίου

- **Ceilings** : Στο πεδίο Int. Finish επιλέγουμε το Drywall Finish, ενώ στο πεδίο Batt Insulation επιλέγουμε το no Ceiling Insulation (χωρίς μόνωση).



Εικόνα 4.12: Εξωτερικές θύρες

Βήμα 6° : Exterior Doors

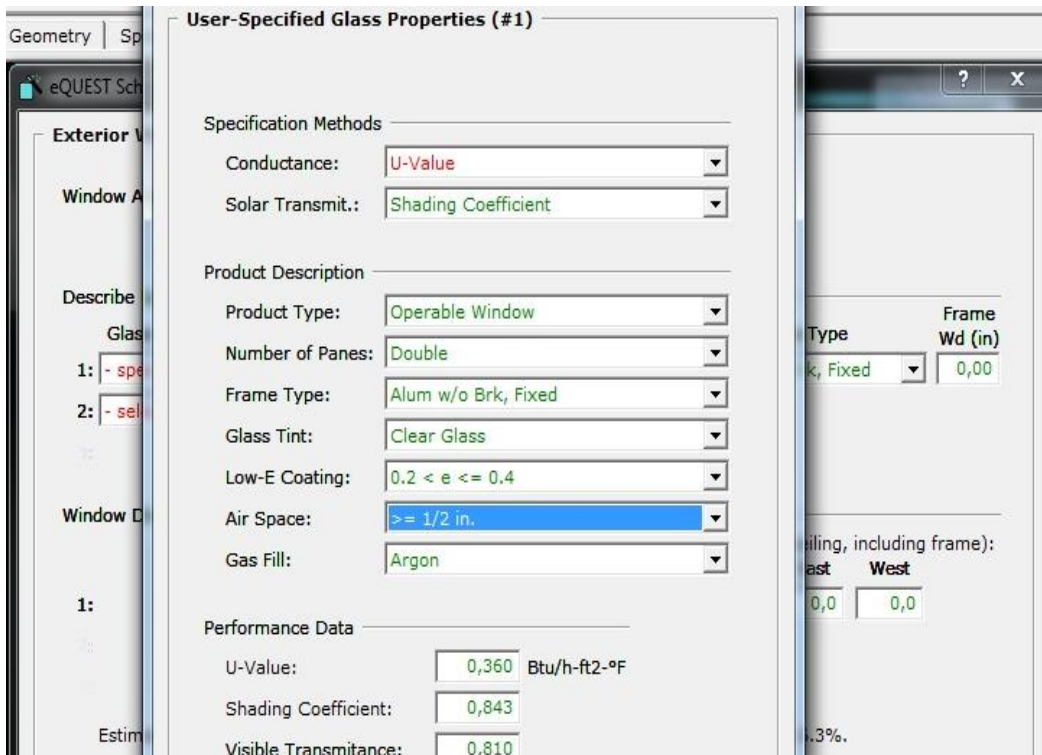
Στο βήμα αυτό θα ορίσουμε τη δομή και το είδος των εξωτερικών θυρών Εικ 4.12.

- **Door Type** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το είδος της πόρτας επιλέγοντας το Opaque (αδιαφανή). Στη συνέχεια θέτουμε τον αριθμό των θυρών ανά προσανατολισμό, σε αυτή τη περίπτωση τα θέτουμε με μηδέν διότι λόγω της γεωμετρίας του κτιρίου μας βολεύει να τα τοποθετήσουμε χειροκίνητα.
- **Door Dimensions and Construction** : Θέτουμε το Height (ύψος) και το Width (πλάτος) της θύρας ίσο με μηδέν διότι όπως φαίνεται και στο αρχιτεκτονικό

σχέδιο έχουμε διαφόρων διαστάσεων θύρες. Στην επιλογή Construction θέτουμε τη κατασκευή της θύρας Steel, Urethane Foam Core w/o Brk.

Βήμα 7^ο : Exterior Windows

Στο βήμα αυτό ορίζουμε το είδος και τις ιδιότητες των παραθύρων Εικ 4.13.



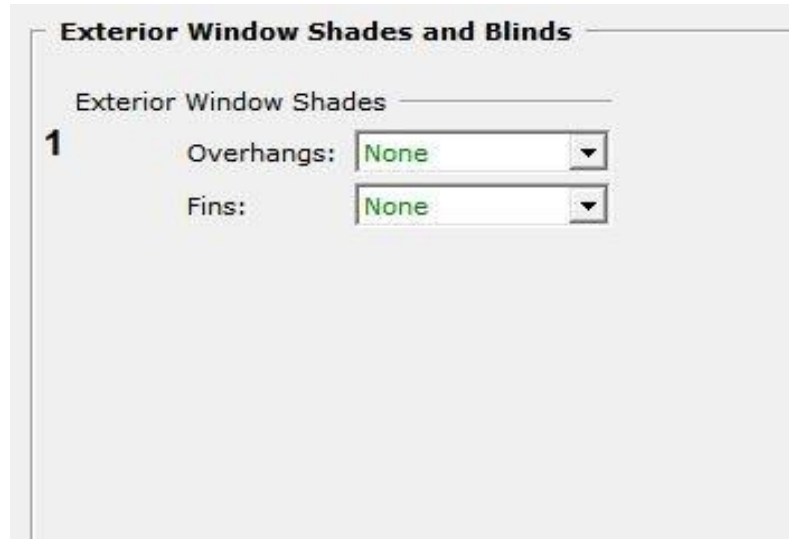
Εικόνα 4.13: Εξωτερικά παράθυρα και προσδιορισμός τους

- **Window area Specification Mode** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το Percent of Gross Wall Area (floor to floor).
- **Describe Up to 3 Window Types** : Στην επιλογή Glass Category επιλέγουμε το Specify property διότι στην βιβλιοθήκη του eQuest δεν υπάρχει παρόμοιος υαλοπίνακας.
- **Glass Type** : Πατώντας στη καρτάλια από κάτω μας εμφανίζεται το παραπάνω παράθυρο
- **Specification Method** : Στο πεδίο Conductance επιλέγουμε το U-Value και στο πεδίο Solar Transmit επιλέγουμε το Shading Coefficient.
- **Product Description** : Στο Product Type επιλέγουμε τη χρήση του παραθύρου έτσι θέτουμε το Operable Window.
- **Performance Data** : Στο πεδίο U-Value θέτουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα. Στα πεδία Shading Coefficient και Visible Transmittance οι τιμές τέθηκαν αυτόματα από το πρόγραμμα.
- **Window Dimensions, Positions and Quantities** : Στο πεδίο Typical Window Width, Window Height, Sill Height, θέτουμε τις διαστάσεις ίσες με το μηδέν. Επίσης στα πεδία North, South, East, West θέτουμε το ποσοστό των

παράθυρων για τον κάθε προσανατολισμό ίσο με το μηδέν, διότι όπως θα δούμε παρακάτω θα τα θέσουμε «χειροκίνητα».

Βήμα 8° : Exterior Window Shades and Blinds

Στο βήμα αυτό επιλέγουμε αν τα παράθυρα μας θα έχουν σκίαση Εικ 4.14.



Εικόνα 4.14: Τοποθέτηση σκίασης

- **Exterior Window Shades** : Στο βήμα αυτό μπορούμε να επιλέξουμε αν θα τοποθετήσουμε εξωτερικά σκίαστρα στα παράθυρα μας, κάτι που εδώ δεν έχουμε κάνει, έτσι επιλέγουμε το None στα πεδία Overhangs και Fins.

Βήμα 9° : Roof Skylights

Στο βήμα αυτό μπορούμε να προσθέσουμε φεγγίτες στην οροφή μας Εικ 3.17.



Εικόνα 4.14: Τοποθέτηση φεγγιτών

- **Skylit Rooftop Zones** : Επιλέγουμε το None διότι δεν έχουμε φεγγίτες στην οροφή του κτιρίου μας.

Βήμα 10° : Activity Areas Allocation

Στο βήμα αυτό καθορίζουμε κάποια δεδομένα σχεδιασμού σχετικά με το εσωτερικό του κτιρίου Εικ 4.15.

Area Type	Percent Area (%)	Design Max Occup (sf/person)	Design Ventilation (CFM/per)
1: Bar, Cocktail Lounge	100,0	22,5	30,00
2: - select another -			

Percent Area Sum: 100,0

Εικόνα 4.15 : Δεδομένα εσωτερικών χώρων κτιρίου

- **Area Type** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε τη χρήση του κάθε επιμέρους χώρου του κτιρίου μας, επιλέγοντας μέσα από τη βιβλιοθήκη του eQuest το κατάλληλο είδος όπως τα έχουμε ορίσει.
- **Percent Area (%)** : Στο πεδίο αυτό θέτουμε το ποσοστό της επιφάνειας που καταλαμβάνει ο εκάστοτε χώρος ως προς το σύνολο της επιφάνειας του κτιρίου μας.
- **Design Max Occupants (sf/person)** : Στο πεδίο αυτό ορίζουμε την επιφάνεια που απαιτείται για κάθε έναν θαμώνα του κτιρίου, για την αίθουσα καφέ η επιφάνεια ανά άτομο ορίστηκε αυτόματα από το eQuest.
- **Design Ventilation (cfm/person)** : Στο πεδίο αυτό ορίζουμε την παροχή του προσαγόμενου αέρα ανά άτομο σε κάθε ξεχωριστό χώρο του κτιρίου.

Βήμα 11° : Occupied Loads by Activity Area

Στο βήμα αυτό καθορίζουμε τα φορτία σε κάθε χώρο για όταν είναι σε λειτουργία το κτίριο Εικ 4.16

Area Type	Percent Area (%)	Lighting (W/SqFt)	Task Lt. (W/SqFt)	Plug Lds (W/SqFt)	Schedule Main Alt
1: Bar, Cocktail Lounge	100,0	4	0,00	60	Main Alt

Εικόνα 4.16 : Φορτία στους χώρους του κτιρίου κατά τη λειτουργία

- **Lighting** : Εδώ ορίζουμε την ισχύ του φωτισμού ανά επιφάνεια (ft²) για τον κάθε χώρο του κτιρίου.
- **Task Lighting** : Εδώ ορίζουμε την ισχύ του φωτισμού εργασίας, όπου στη περίπτωση μας είναι μηδέν διότι δεν υπάρχει.
- **Plug Loads** : Εδώ ορίζουμε την ισχύ διασυνδεδεμένων φορτίων (εξοπλισμού) σε κάθε χώρο. Στην μεγάλη αίθουσα, στο χώρο υποδοχής όπως και στη τραπεζαρία έχουμε μικρά φορτία εξοπλισμού.
- **Schedule** : Εδώ μπορούμε να επιλέξουμε μεταξύ δύο ειδών προγράμματος λειτουργίας, όπου εμείς επιλέγουμε το Main για όλους τους χώρους μας.

Βήμα 12° : Unoccupied Loads by Activity Area (% of occupied load)

Στο βήμα αυτό καθορίζουμε τα φορτία σε κάθε χώρο για όταν δεν είναι σε λειτουργία το κτίριο Εικ 4.17

Area Type	Percent Area (%)	Occupancy (%)	Lighting (%)	Task Lt (%)	Plug Lds (%)
1: Bar, Cocktail Lounge	100,0	0,0	0,0	0,0	20,0

Εικόνα 4.17 : Φορτία στους χώρους του κτιρίου κατά τη μη λειτουργία

- **Occupancy** : Εδώ ορίζουμε το ποσοστό της κατοχής του κτιρίου για όταν δεν είναι σε λειτουργία το κτίριο μας.
- **Lighting** : Εδώ ορίζουμε το ποσοστό του φωτισμού του κτιρίου για όταν δεν είναι σε λειτουργία το κτίριο μας. Ένα μικρό ποσοστό εμφανίζεται στην αίθουσα υποδοχής σαν «φώς ασφαλείας»
- **Task Lighting** : Εδώ ορίζουμε το ποσοστό του φωτισμού εργασίας όπου ισούται με μηδέν.
- **Plug Loads** : Εδώ ορίζουμε το ποσοστό των συνδεδεμένων φορτίων που εξακολουθούν να λειτουργούν και κατά τη μη λειτουργία του κτιρίου.

Βήμα 13° : Main Schedule Information

Στο βήμα αυτό θα καθορίσουμε το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του κτιρίου μας Εικ 4.18

Εικόνα 4.18 : Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας

- **First and Last Season** : Στο πεδίο αυτό αναφέρεται ή περίοδος λειτουργίας του κτιρίου.
- **Days** : Στο πεδίο αυτό ενδείκνυται πόσοι «τύποι» μερών χρειάζονται για να περιγράψουμε τη λειτουργία του κτιρίου.
- **Second Season** : Στο πεδίο αυτό αναφέρεται ή περίοδος μη λειτουργίας του κτιρίου.

Βήμα 14° : HVAC System Definitions

Στο βήμα αυτό περιγράφουμε τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού Εικ 4.19.

Εικόνα 4.19: Συστήματα θέρμανσης/Κλιματισμού και επιλογή τους

- **Cooling Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε έναν από τους προτεινόμενους τύπους συστημάτων για τον κλιματισμό του κτιρίου.
- **Heating Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε έναν από τους προτεινόμενους τύπους συστημάτων για την θέρμανση του κτιρίου.

- **System Type:** Τα πεδία αυτά διαμορφώνονται αναλόγως των επιλογών που έχουμε κάνει στα πεδία Cooling Source και Heating Source.

Βήμα 15° : Electric Utility Charges

Στο βήμα αυτό θέτουμε τις δικές μας τιμές για τον ηλεκτρισμό που θα χρησιμοποιηθεί Εικ 4.20.

Εικόνα 4.20: Κόστος ηλεκτρική εγκατάστασης

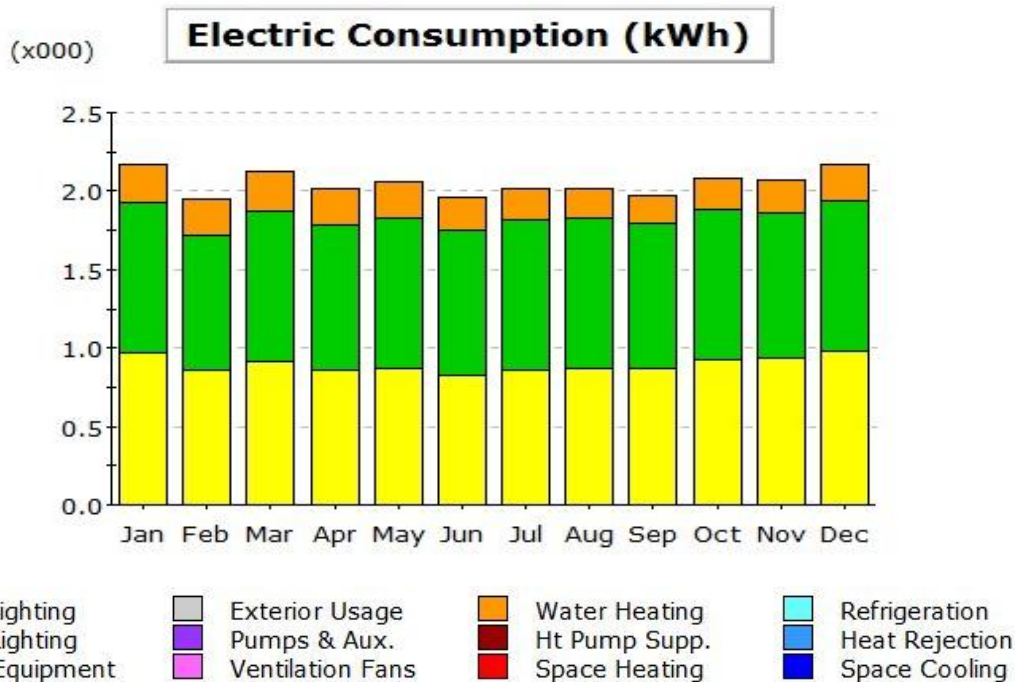
- **Rate Name** : Στο πεδίο αυτό μας δίνεται η δυνατότητα να εισάγουμε ένα σχετικό όνομα τις αρεσκείας μας.
- **Type** : Στο πεδίο αυτό διαλέγουμε το Uniform Charges ανάμεσα στα προτεινόμενα.
- **Entire Year** : Στο πεδίο Uniform Charges ορίζουμε τη τιμή της Kwh σε 0,102520 \$/KWh.

(σημείωση : για να αποφύγουμε τις μετατροπές από € σε \$ θέτουμε ότι 1 € = 1 \$ έτσι εισάγουμε απευθείας την τιμή της KWh σε € και στα τελικά αποτελέσματα το ποσό που θα διαβάζουμε θα αντιστοιχεί σε €)

Βήμα 16° : Στο βήμα αυτό αφού έχουμε προσδιορίσει τα βασικά δεδομένα πατάμε το Finish που βρίσκεται κάτω δεξιά στα παράθυρα της μοντελοποίησης και το eQuest μας δημιουργεί το τρισδιάστατο (3D) μοντέλο του κτιρίου μας

Βήμα 17: Περνάμε πλέον στην γραφική απεικόνιση διαγραμμάτων

Η Εικ. 4.21 παρακάτω παρουσιάζει την μηνιαία ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας και είναι μια συγκεντρωτική γραφική παρουσίαση



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	0,00	0,00	0,10	0,28	1,36	3,50	5,30	4,31	2,99	1,01	0,03	0,01	18,89
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	6,10	5,55	3,73	0,90	0,06	-	0,00	-	-	0,77	2,48	5,70	25,30
HP Supp.	0,56	0,42	0,07	0,00	-	-	-	-	-	0,01	0,02	0,54	1,64
Hot Water	0,20	0,18	0,36	0,16	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,36	0,19	1,67
Vent. Fans	0,39	0,36	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	4,63
Pumps & Aux.	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	1,02
Ext. Usage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Misc. Equip.	0,95	0,86	0,95	0,92	0,95	0,92	0,95	0,95	0,92	0,95	0,92	0,95	11,24
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	0,97	0,85	0,91	0,86	0,87	0,83	0,86	0,87	0,87	0,93	0,93	0,98	10,74
Total	9,27	8,31	6,61	3,58	3,75	5,73	7,62	6,63	5,27	4,26	5,22	8,87	175,14

Εικόνα 4.21: Γραφική απεικόνιση μηνιαίας κατανάλωσης

4.3. ΠΡΟΣΩΜΟΙΩΣΗ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Στο 1ο σενάριο θα γίνει προσομοίωση αντλίας θερμότητας αέρα - αέρα στο αναψυκτήριο καθ' όλη τη περίοδο λειτουργίας του η οποία τίθεται για όλο το έτος 2017.

Στο 2ο σενάριο θα γίνει προσομοίωση αντλίας θερμότητας νερού - νερού στο αναψυκτήριο καθ' όλη τη περίοδο λειτουργίας του η οποία τίθεται για όλο το έτος 2017.

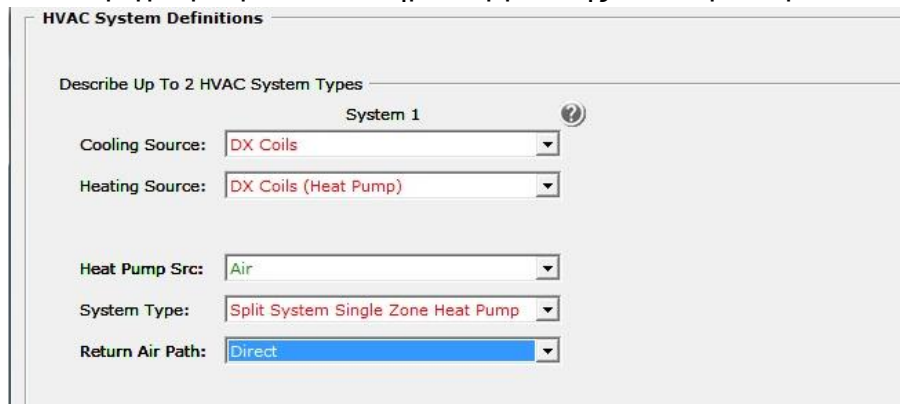
Στο 3ο σενάριο θα γίνει προσομοίωση αντλίας θερμότητας νερού - νερού με καναλάτους αγωγούς στο αναψυκτήριο καθ' όλη τη περίοδο λειτουργίας του η οποία τίθεται για όλο το έτος 2017.

4.4. ΣΕΝΑΡΙΟ 1^ο: ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ – ΑΕΡΑ

Το σενάριο αυτό απευθύνεται στο 1^ο σύστημα DX Coils με εκτόνωση ψυκτικού μέσου. (Αντλία θερμότητας αέρα – αέρα)

Βήμα 1^ο : HVAC System Definitions

Στο βήμα αυτό περιγράφουμε το σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού



HVAC System Definitions

Describe Up To 2 HVAC System Types

System 1

Cooling Source: DX Coils

Heating Source: DX Coils (Heat Pump)

Heat Pump Src: Air

System Type: Split System Single Zone Heat Pump


Return Air Path: Direct

Εικόνα 4.22: Σύστημα θέρμανσης/Κλιματισμού

- **Cooling Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το τύπο συστήματος DX Coils για τον κλιματισμό του κτιρίου.
- **Heating Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το τύπο συστήματος DX Coils (Heat Pump) για την θέρμανση του κτιρίου.
- **Heat Pump Src, System Type, Return Air Path** : Στο πεδίο Heat Pump Src επιλέξαμε το Air έτσι ώστε να έχουμε κυκλοφορία αέρα. Στο πεδίο System Type επιλέξαμε το Packaged Variable Volume and Temperature Heat Pump, και στο πεδίο Return Air Path επιλέξαμε το Ducted που σημαίνει ότι θα έχουμε επιστροφή του αέρα στη μονάδα μας.

Βήμα 2^ο : HVAC Zones : Temperatures and Air Flows

Στο βήμα αυτό θα ορίσουμε τις θερμοκρασίες σχεδιασμού για το σύστημα θέρμανσης/κλιματισμού του κτιρίου μας



HVAC Zones: Temperatures and Air Flows

System(s): 1: Split System Sgl Zone Heat Pump

Thermostat Setpoints

	Occupied	Unoccupied
Cooling Setpoints:	75,0 °F	62,0 °F
Heating Setpoints:	70,0 °F	64,0 °F

Design Temperatures

	Indoor	Supply
Cooling Design Temp:	75,0 °F	55,0 °F
Heating Design Temp:	72,0 °F	90,0 °F

Air Flows

Minimum Design Flow: 0,50 cfm/ft2

Εικόνα 4.23: Ρυθμίσεις θερμοκρασίας συστήματος θέρμανσης/κλιματισμού

- **Thermostat Setpoints** : Στο πεδίο αυτό θέτουμε της θερμοκρασίες ρυθμίσεις του θερμοστάτη μας.
- **Design Temperatures** : Στο πεδίο αυτό θέτουμε της θερμοκρασίες σχεδιασμού για τα δύο συστήματα μας
- **Air Flows** : Στο πεδίο αυτό ορίζουμε την παροχή του προσαγόμενου αέρα έτσι στο Minimum Design Flow θέτουμε σαν ελάχιστη παροχή τα 0,50 cfm/ft².

Βήμα 3^ο : Packaged HVAC Equipment

Στο βήμα αυτό ορίζουμε τις ιδιότητες του εξοπλισμού θέρμανσης/κλιματισμού για το σύστημα του κτιρίου μας

Packaged HVAC Equipment

System(s): 1: Split System Sgl Zone Heat Pump

Cooling

Overall Size: Auto-size

Typical Unit Size: 90-135 kBtuh or 7.5-11.25 tons

Efficiency: COP

Heating

Size: Auto-size

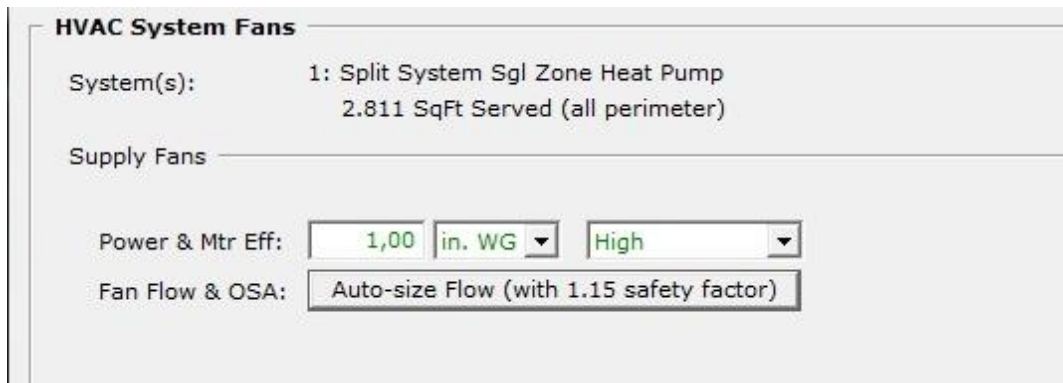
Efficiency: COP 3,000

Εικόνα 4.24: Ιδιότητες μονάδας θέρμανσης/κλιματισμού

- **Cooling** : Στο πεδίο Overall size αφήνουμε το προεπιλεγμένο Auto-size στη συνέχεια στο πεδίο Typical Unit Size επιλέγουμε το 90-135 KBtuh
- **Heating** : Στο πεδίο Size αφήνουμε το προεπιλεγμένο Auto-size, μιας και έχουμε επιλέξει παραπάνω το μέγεθος της μονάδας μας (90-135 KBtuh)

Βήμα 4^ο : HVAC System Fans

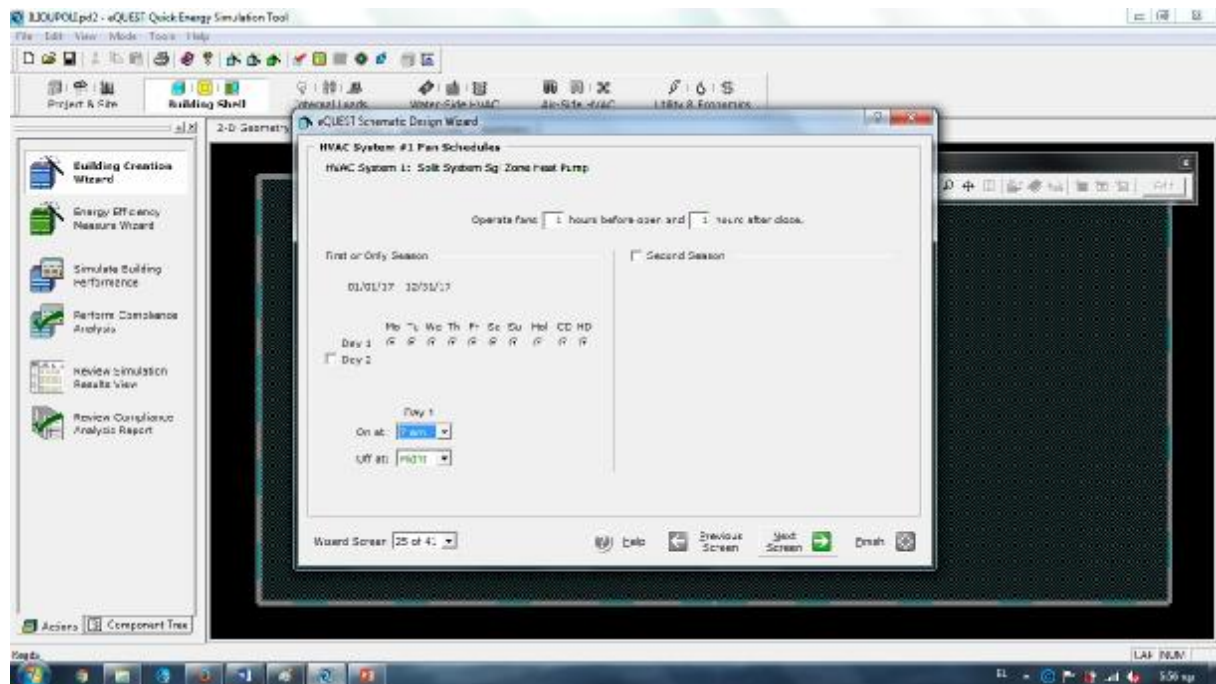
Στο βήμα αυτό ορίζουμε τις ιδιότητες των ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής του αέρα στο κτίριο μας Εικ 5.5.



Εικόνα 4.25: Ιδιότητες ανεμιστήρων

Βήμα 5^ο : HVAC System #1 Fan Schedules

Στο βήμα αυτό ορίζουμε το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας των ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής του αέρα στο κτίριο μας



Εικόνα 4.26: Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας ανεμιστήρων

Βήμα 6^ο : Electric Utility Charges

Στο βήμα αυτό θέτουμε τις δικές μας τιμές για τον ηλεκτρισμό που θα χρησιμοποιηθεί

Electric Utility Charges

1 Rate Name: 2 Type:

Second Season: _____

3 Entire Year

Customer Charge: \$ / Day

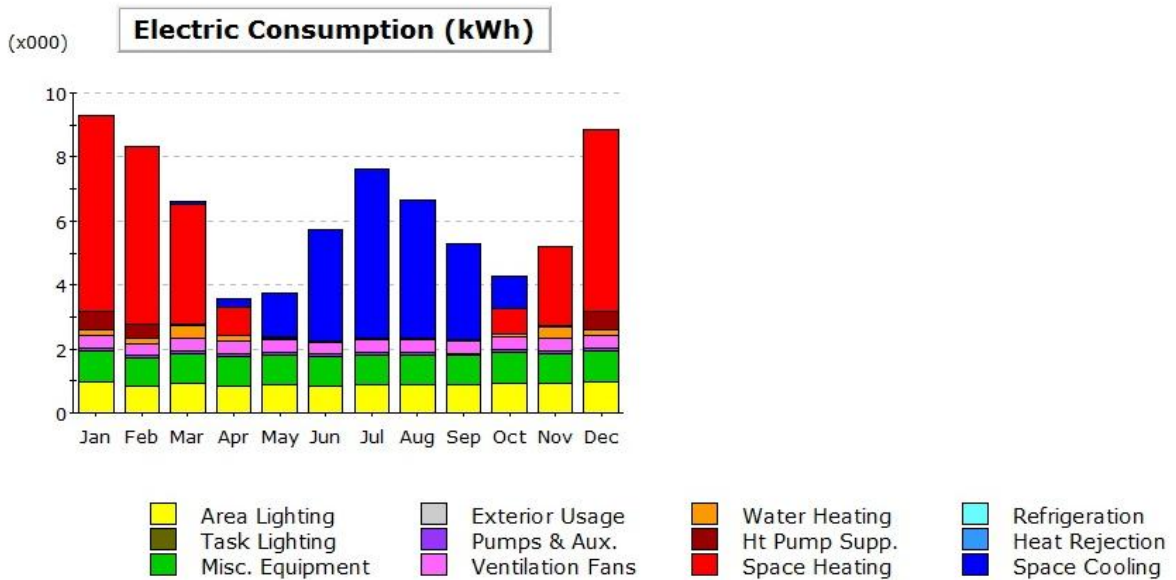
\$ / kW \$ / kWh

Uniform Charges:

Wizard Screen

Εικόνα 4.27: Κόστος ηλεκτρικής εγκατάστασης

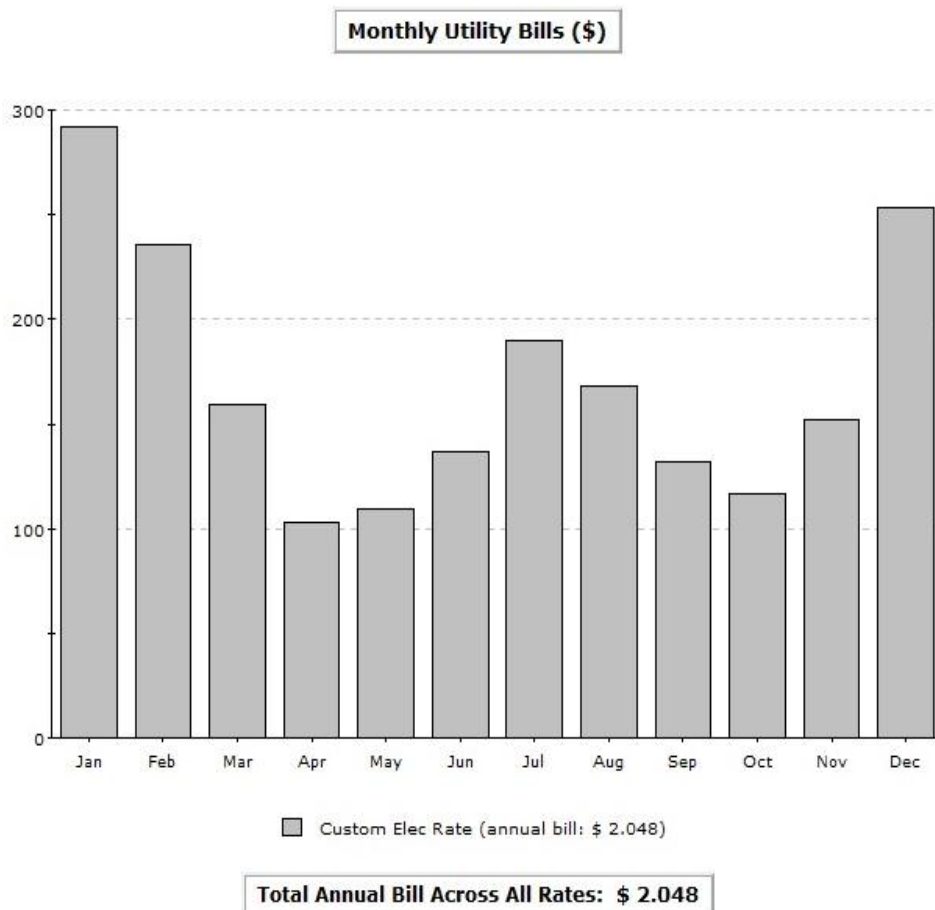
Βήμα 7: Περνάμε πλέον στην γραφική απεικόνιση διαγραμμάτων



Electric Consumption (kWh x000)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	0,00	0,00	0,10	0,28	1,36	3,50	5,30	4,31	2,99	1,01	0,03	0,01	18,89
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	6,10	5,55	3,73	0,90	0,06	-	0,00	-	-	0,77	2,48	5,70	25,30
HP Supp.	0,56	0,42	0,07	0,00	-	-	-	-	-	0,01	0,02	0,54	1,64
Hot Water	0,20	0,18	0,36	0,16	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,36	0,19	1,67
Vent. Fans	0,39	0,36	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	4,63
Pumps & Aux.	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	1,02
Ext. Usage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Misc. Equip.	0,95	0,86	0,95	0,92	0,95	0,92	0,95	0,95	0,92	0,95	0,92	0,95	11,24
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	0,97	0,85	0,91	0,86	0,87	0,83	0,86	0,87	0,87	0,93	0,93	0,98	10,74
Total	9,27	8,31	6,61	3,58	3,75	5,73	7,62	6,63	5,27	4,26	5,22	9,87	75,14

Εικόνα 4.28: Γραφική απεικόνιση μηνιαίας κατανάλωσης



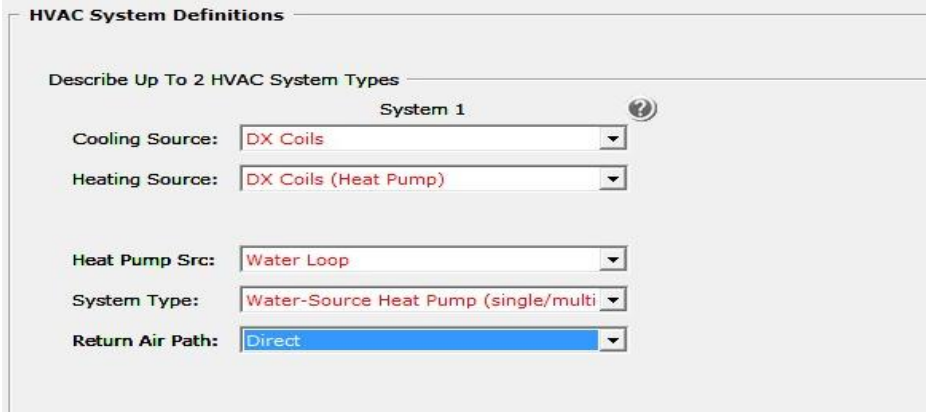
Εικόνα 4.29: Γραφική απεικόνιση μηνιαίας οικονομικής κατανάλωσης

4.5. ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ “B”: ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα υπόλοιπα βήματα είναι κοινά μεταξύ των σεναρίων

Βήμα 1° : HVAC System Definitions

Στο βήμα αυτό περιγράφουμε το σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού



HVAC System Definitions

Describe Up To 2 HVAC System Types

System 1

Cooling Source: DX Coils

Heating Source: DX Coils (Heat Pump)

Heat Pump Src: Water Loop

System Type: Water-Source Heat Pump (single/multi)

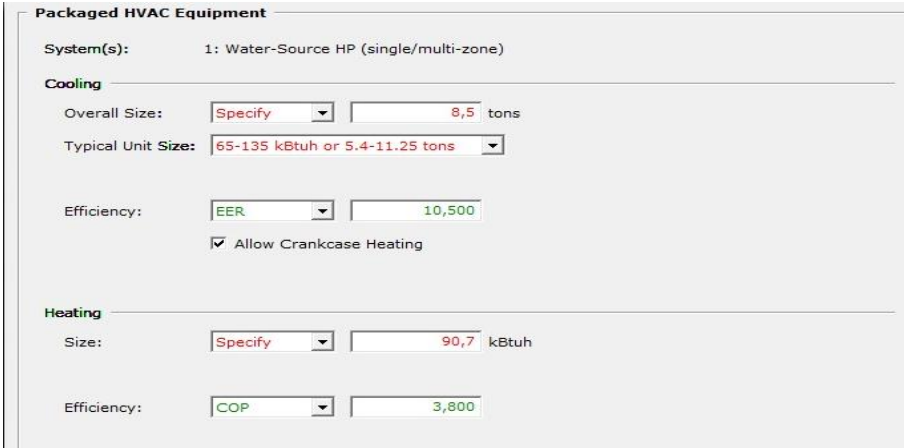
Return Air Path: Direct

Εικόνα 4.30: Σύστημα θέρμανσης/Κλιματισμού

- **Cooling Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το τύπο συστήματος DX Coils για τον κλιματισμό του κτιρίου.
- **Heating Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το τύπο συστήματος DX Coils (Heat Pump) για την θέρμανση του κτιρίου.
- **Heat Pump Src, System Type, Return Air Path** : Στο πεδίο Heat Pump Src επιλέξαμε το Water Loop έτσι ώστε να έχουμε κυκλοφορία νερού. Στο πεδίο System Type επιλέξαμε το Water-Source Heat Pump (single/multi-zone)

Βήμα 2° : Packaged HVAC Equipment

Στο βήμα αυτό ορίζουμε τις ιδιότητες του εξοπλισμού θέρμανσης/κλιματισμού για το σύστημα του κτιρίου μας



Packaged HVAC Equipment

System(s): 1: Water-Source HP (single/multi-zone)

Cooling

Overall Size: Specify 8,5 tons

Typical Unit Size: 65-135 kBtuh or 5.4-11.25 tons

Efficiency: EER 10,500

Allow Crankcase Heating

Heating

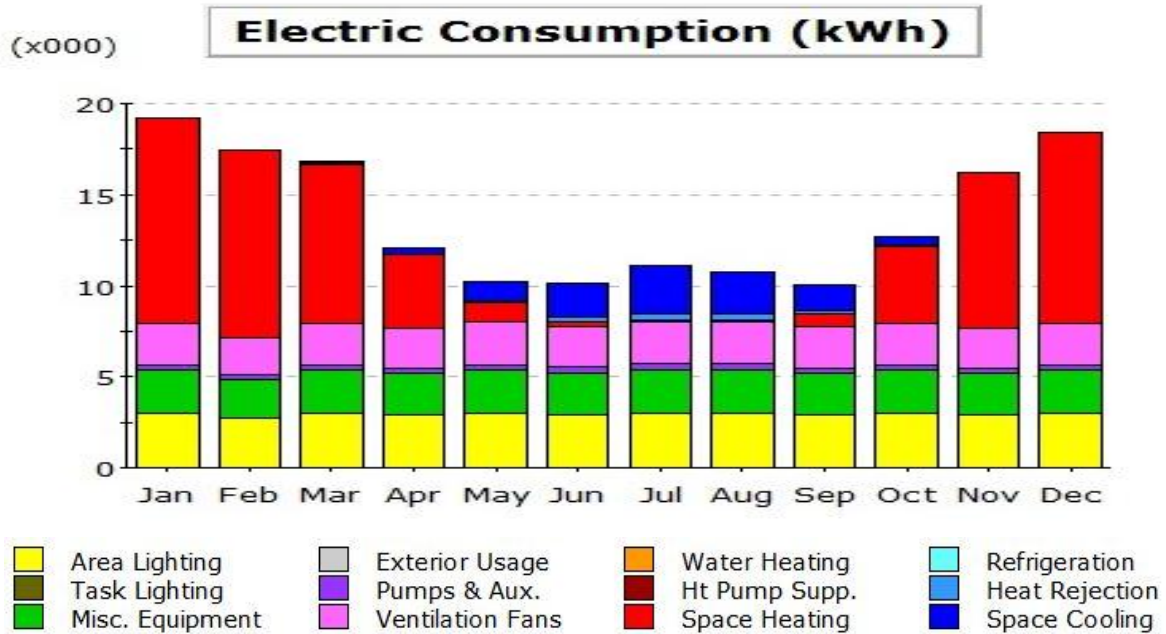
Size: Specify 90,7 kBtuh

Efficiency: COP 3,800

Εικόνα 4.31: Ιδιότητες μονάδας θέρμανσης/κλιματισμού

Βήμα 3^ο : Διαγράμματα

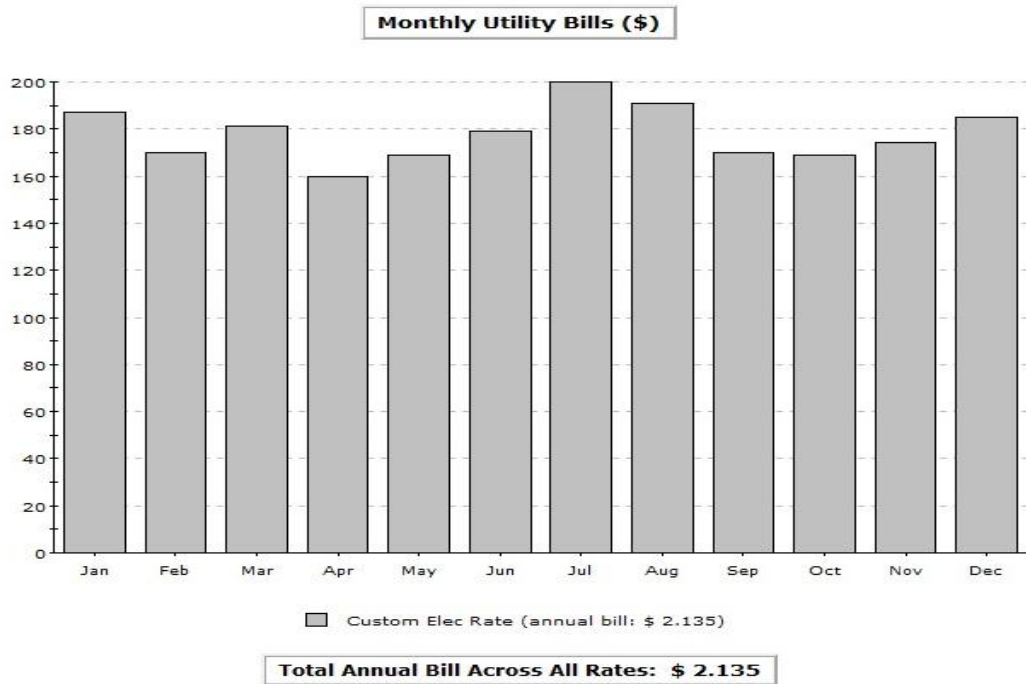
Project/Run: ILIOUPOLI - Baseline Design



Electric Consumption (kWh x000)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	-	-	0,15	0,31	1,07	1,88	2,64	2,24	1,35	0,50	0,03	0,01	10,19
Heat Reject.	-	-	0,01	0,02	0,11	0,25	0,43	0,35	0,19	0,06	0,00	-	1,42
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	11,28	10,25	8,75	4,04	1,06	0,25	0,06	0,12	0,73	4,19	8,50	10,51	59,73
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	2,31	2,08	2,31	2,23	2,31	2,23	2,31	2,31	2,23	2,31	2,23	2,31	27,15
Pumps & Aux.	0,22	0,20	0,23	0,24	0,28	0,28	0,31	0,30	0,27	0,25	0,22	0,22	3,02
Ext. Usage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Misc. Equip.	2,40	2,17	2,40	2,32	2,40	2,32	2,40	2,40	2,32	2,40	2,32	2,40	28,24
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	3,00	2,71	3,00	2,91	3,00	2,91	3,00	3,00	2,91	3,00	2,91	3,00	35,38
Total	19,22	17,41	16,85	12,07	10,23	10,13	11,14	10,72	10,00	12,70	16,22	18,45	165,12

Εικόνα 4.32: Γραφική απεικόνιση μηνιαίας κατανάλωσης



Εικόνα 4.33: Γραφική απεικόνιση οικονομικής κατανάλωσης

4.6. ΣΕΝΑΡΙΟ 3^ο ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΚΑΝΑΛΙΑ

Τα υπόλοιπα βήματα είναι κοινά μεταξύ των σεναρίων

Βήμα 1^ο : HVAC System Definitions

Στο βήμα αυτό περιγράφουμε το σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού

HVAC System Definitions

Describe Up To 2 HVAC System Types

System 1 ?

Cooling Source: DX Coils ▼

Heating Source: DX Coils (Heat Pump) ▼

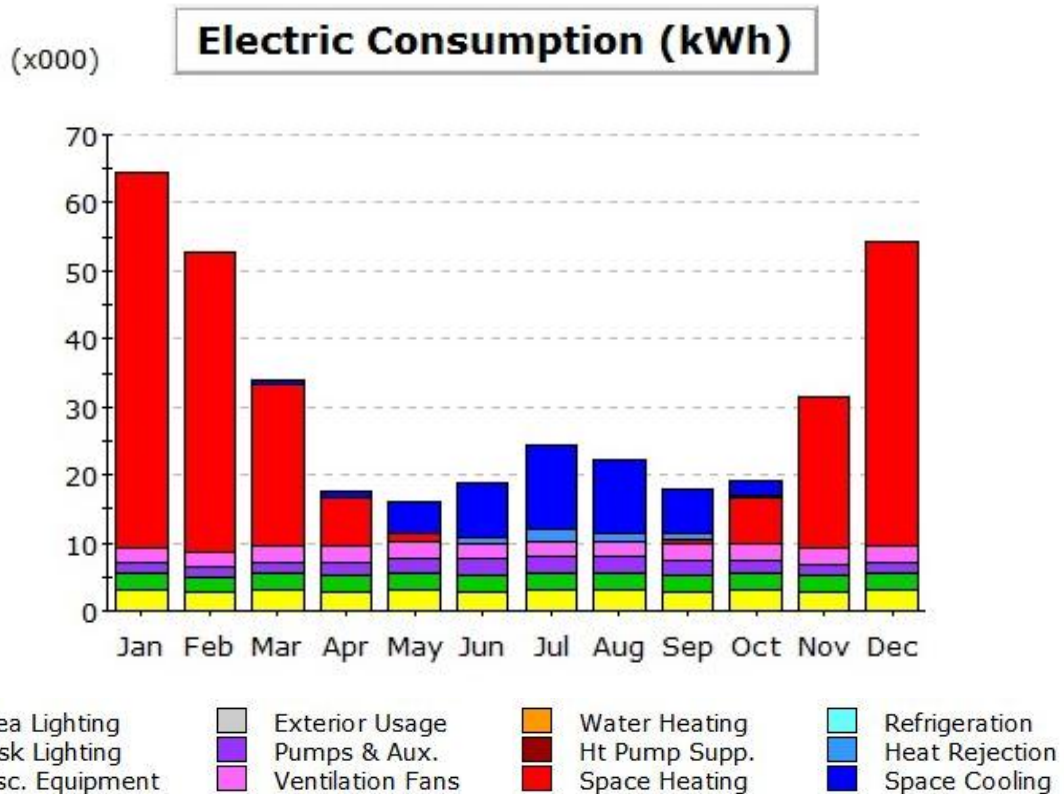
Heat Pump Src: Water Loop ▼

System Type: Water-Source Heat Pump (single/multi) ▼

Return Air Path: Ducted ▼

Εικόνα 4.34: Σύστημα θέρμανσης/Κλιματισμού

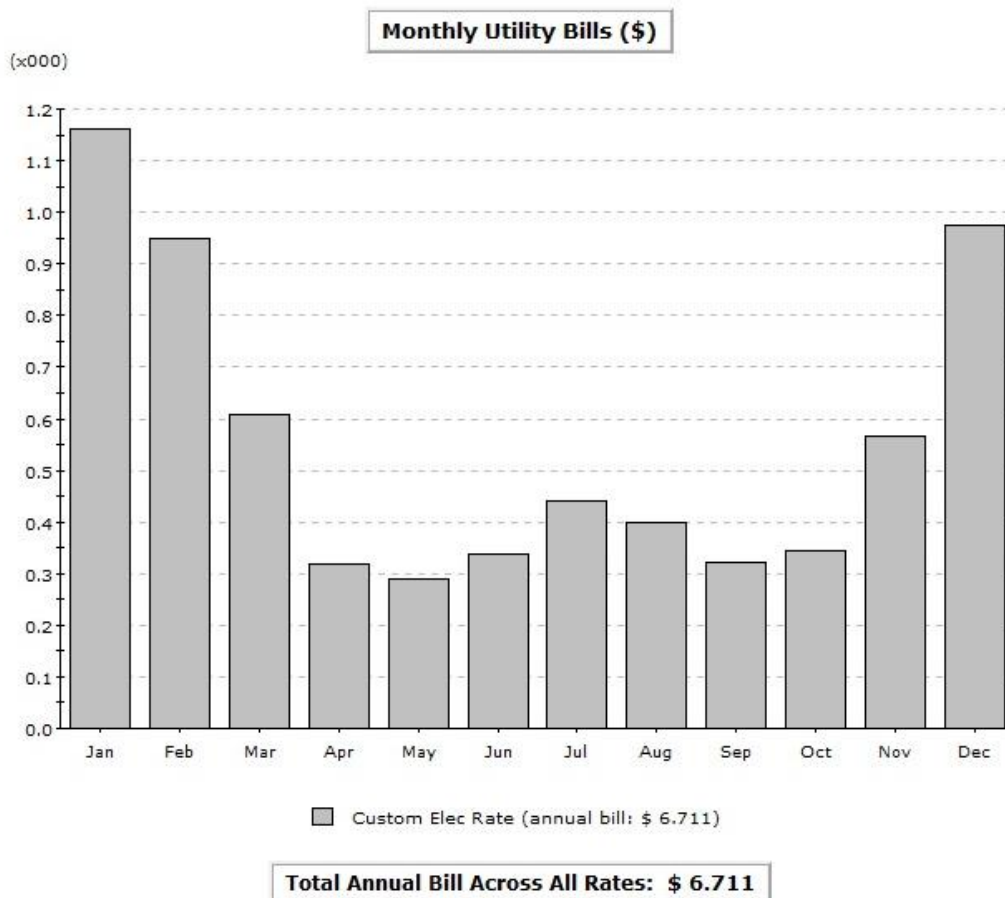
- **Cooling Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το τύπο συστήματος DX Coils για τον κλιματισμό του κτιρίου.
- **Heating Source** : Στο πεδίο αυτό επιλέγουμε το τύπο συστήματος DX Coils (Heat Pump) για την θέρμανση του κτιρίου.
- **Heat Pump Src, System Type, Return Air Path** : Στο πεδίο Heat Pump Src επιλέξαμε το Water Loop έτσι ώστε να έχουμε κυκλοφορία νερού. Μετά επιλέγουμε Ducted



Electric Consumption (kWh x000)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	-	-	0,48	1,06	4,61	8,06	12,52	10,63	6,67	2,20	0,17	0,03	46,42
Heat Reject.	-	-	0,00	0,00	0,19	0,74	1,76	1,33	0,67	0,19	-	-	4,87
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	55,12	44,27	23,84	7,16	1,22	0,09	-	-	0,83	6,93	22,15	44,81	206,40
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	2,31	2,08	2,31	2,23	2,31	2,23	2,31	2,31	2,23	2,31	2,23	2,31	27,15
Pumps & Aux.	1,68	1,52	1,79	1,95	2,34	2,37	2,47	2,47	2,32	2,01	1,71	1,71	24,34
Ext. Usage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Misc. Equip.	2,40	2,17	2,40	2,32	2,40	2,32	2,40	2,40	2,32	2,40	2,32	2,40	28,24
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	3,00	2,71	3,00	2,91	3,00	2,91	3,00	3,00	2,91	3,00	2,91	3,00	35,38
Total	64,51	52,75	33,82	17,63	16,06	18,72	24,46	22,13	17,95	19,04	31,49	54,25	372,81

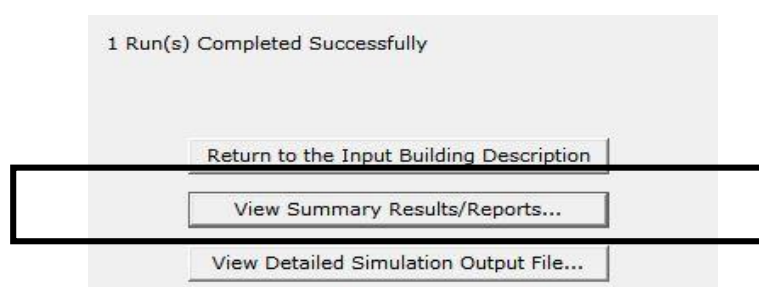
Εικόνα 4.35: Γραφική απεικόνιση μηνιαίας κατανάλωσης



Εικόνα 4.36: Γραφική απεικόνιση οικονομικής κατανάλωσης

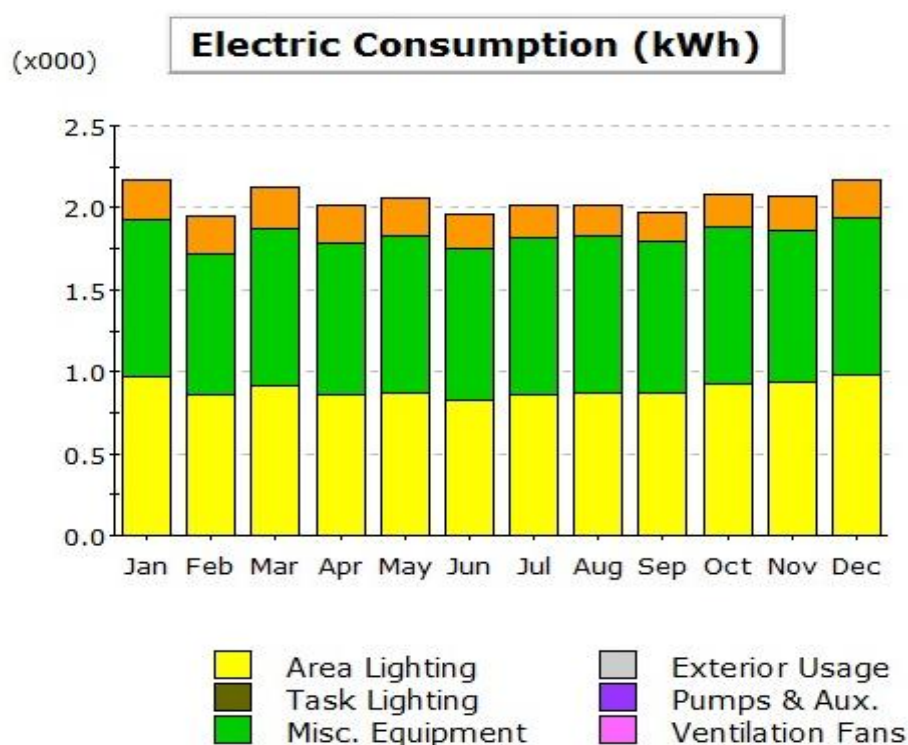
5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Μετά το πέρας της προσομοίωσης του κάθε συστήματος μας, εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο επιλογών. Επιλέγοντας το View Summary Results/Reports εμφανίζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μας Εικ 5.1.



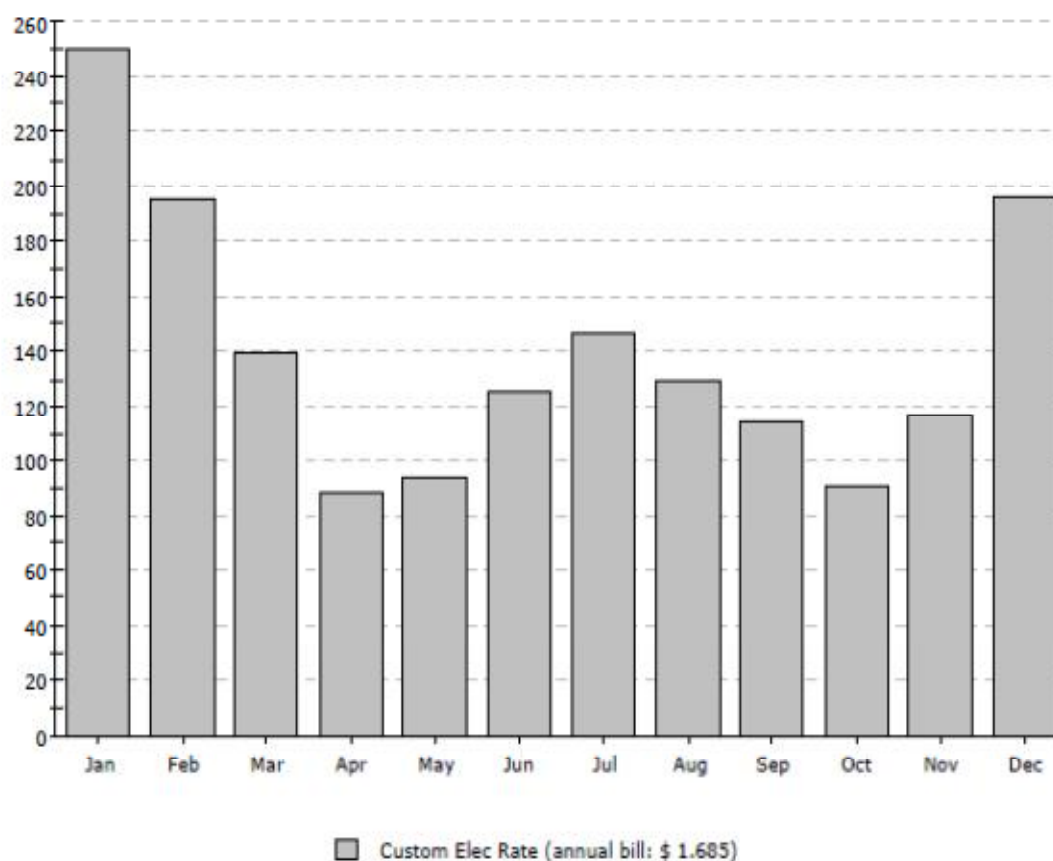
Εικόνα 5.1: Εξαγωγή αποτελεσμάτων από το eQuest

5.1. ΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pumps & Aux.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ext. Usage	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Misc. Equip.	2,40	2,17	2,40	2,32	2,40	2,32	2,40	2,40	2,32	2,40	2,32	2,40	28,24
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	3,00	2,71	3,00	2,91	3,00	2,91	3,00	3,00	2,91	3,00	2,91	3,00	35,38
Total	5,40	4,88	5,40	5,23	5,40	5,23	5,40	5,40	5,23	5,40	5,23	5,40	63,62

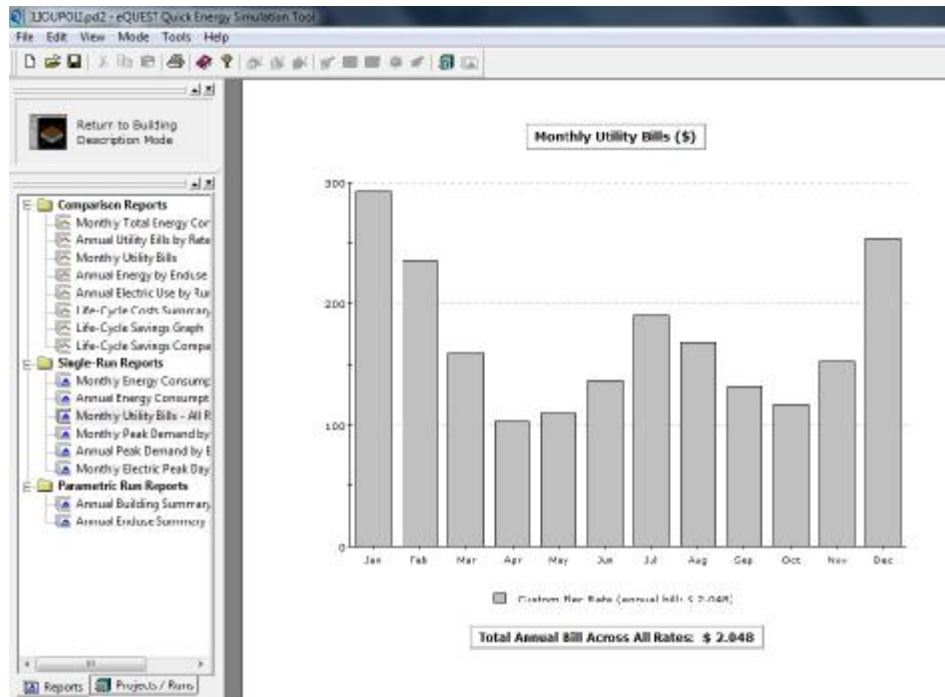
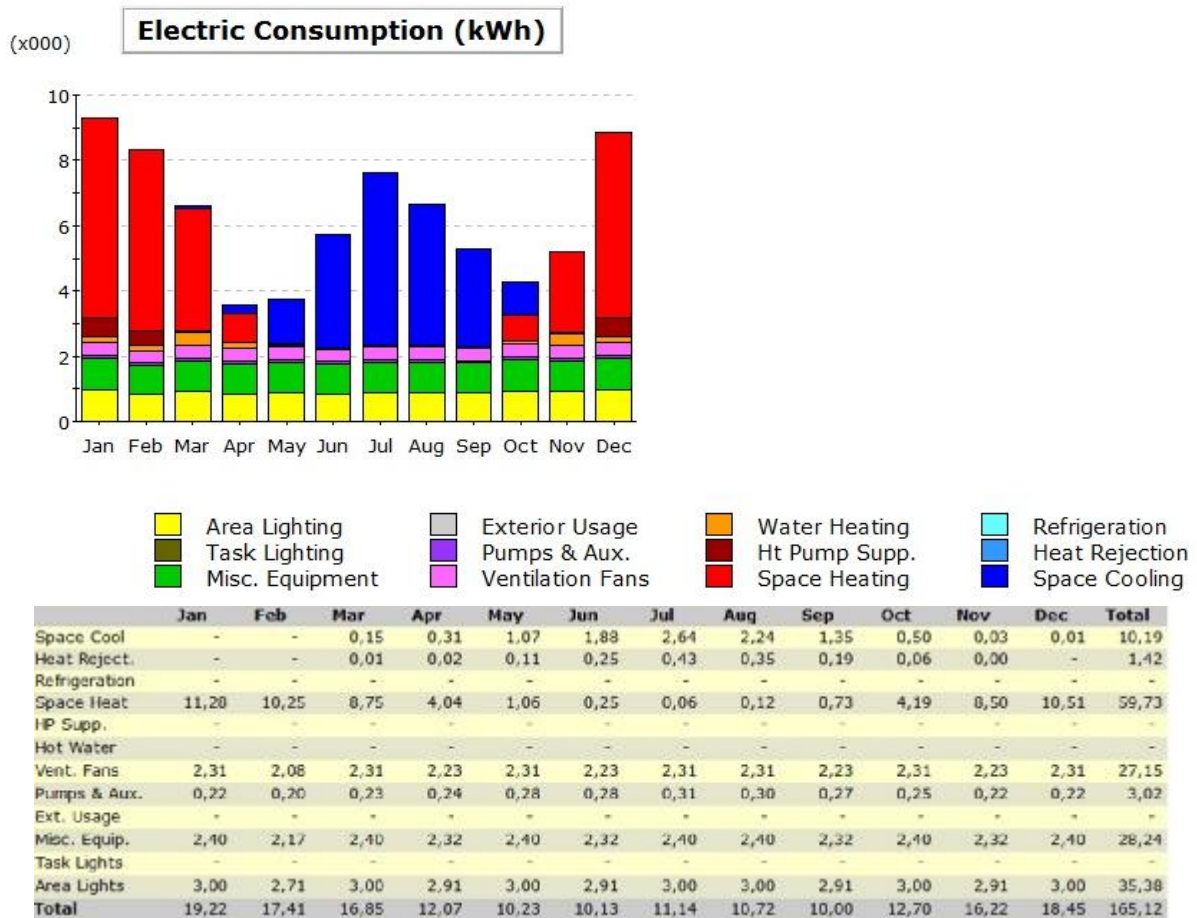
Monthly Utility Bills (\$)



Total Annual Bill Across All Rates: \$ 1.685

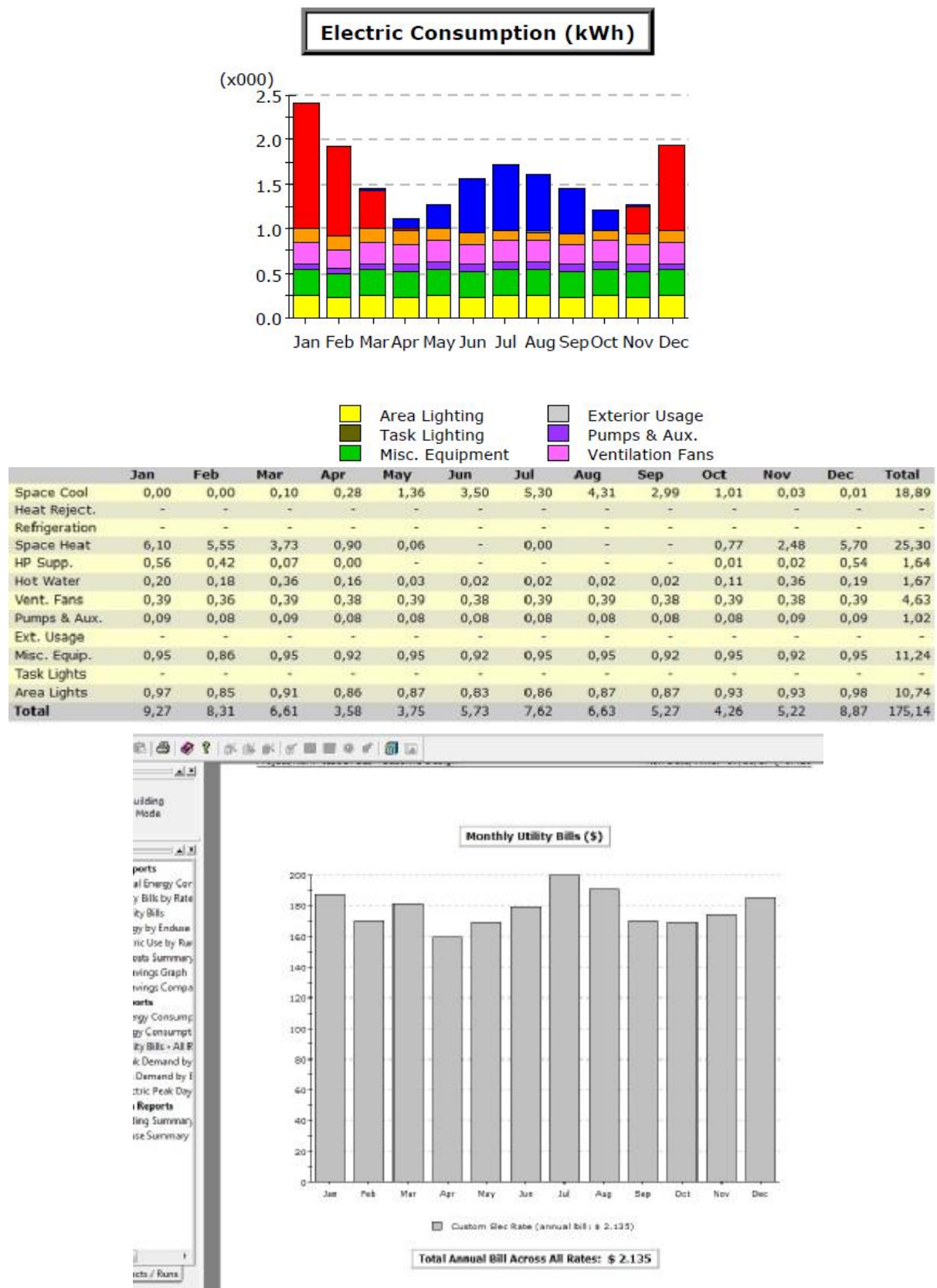
Εικόνα 5.2: Εικόνες με την μηνιαία κατανάλωση ενέργειας και το ετήσιο κόστος για την αρχική ανάλυση χωρίς σύστημα θέρμανσης κλιματισμού

5.2. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ



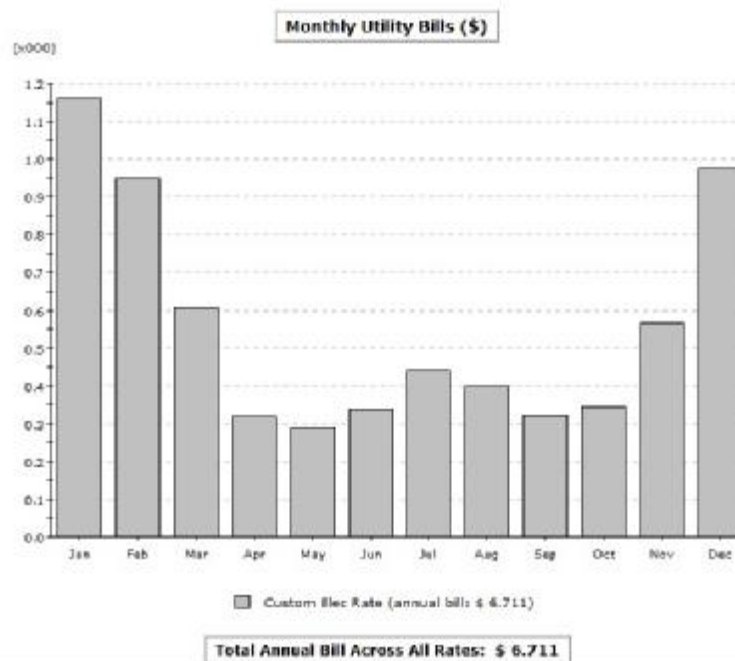
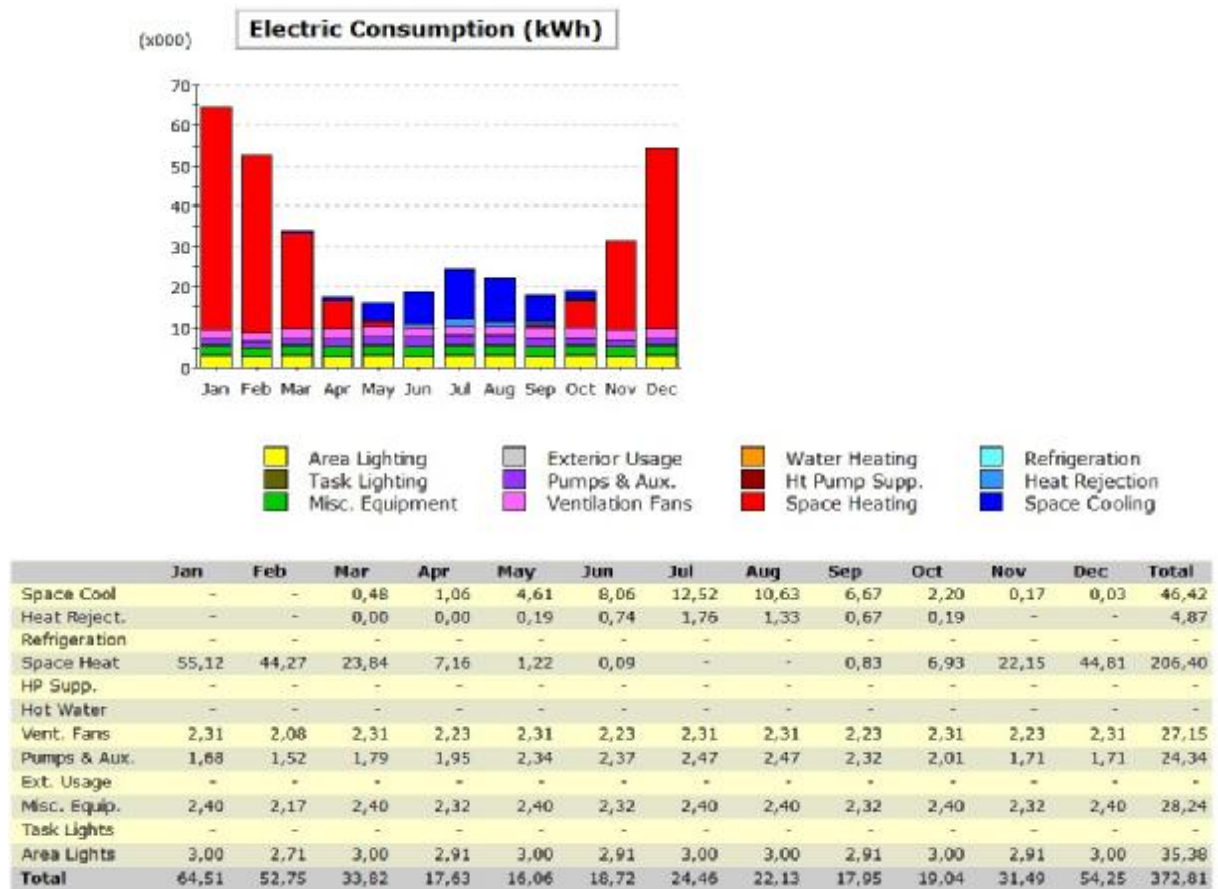
Εικόνα 5.3: Εικόνες με την μηνιαία κατανάλωση ενέργειας και το ετήσιο κόστος με το πρώτο σύστημα θέρμανσης κλιματισμού α.θ. αέρα αέρα

5.3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ



Εικόνα 5.4: Εικόνες με την μηνιαία κατανάλωση ενέργειας και το ετήσιο κόστος με το δεύτερο σύστημα θέρμανσης κλιματισμού α.θ. νερού νερού

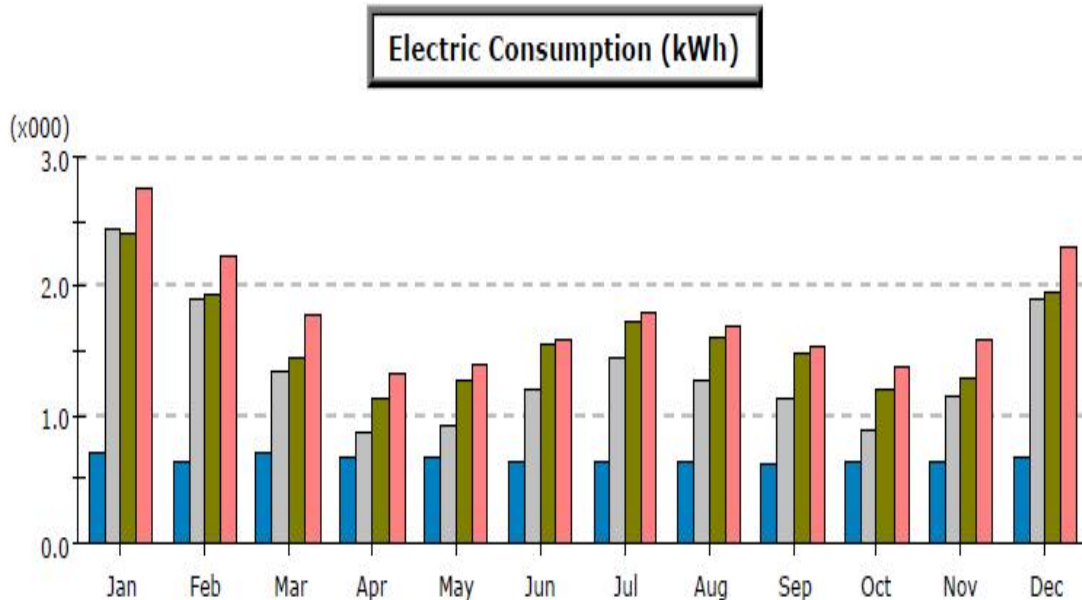
5.4. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΡΙΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ



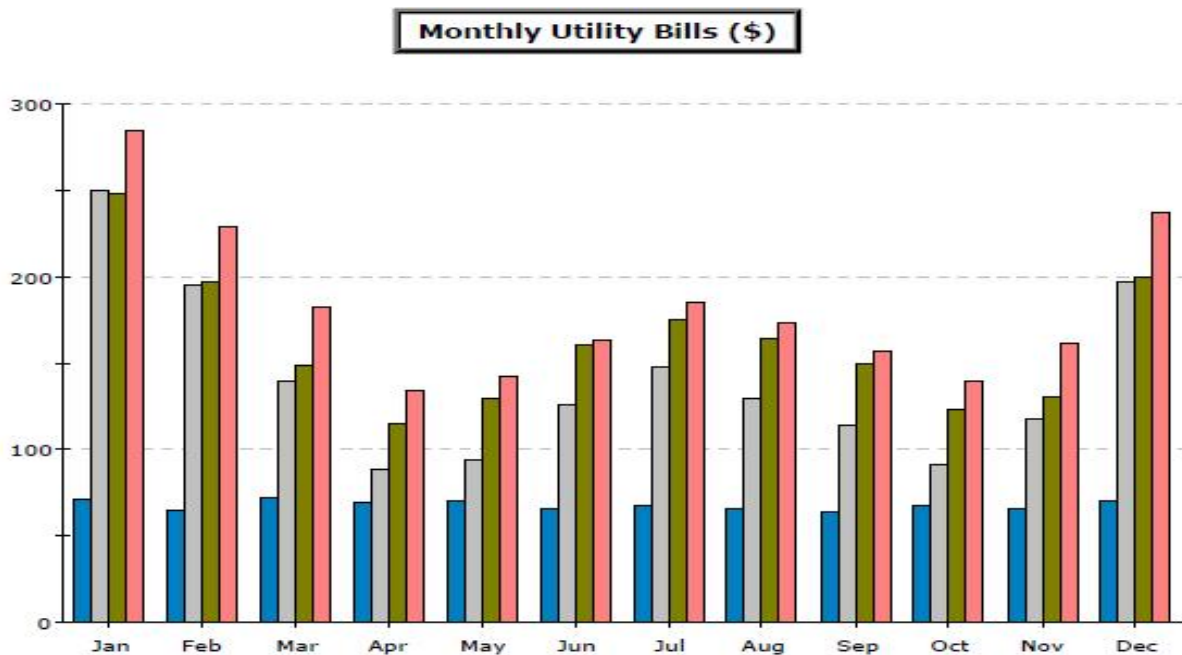
Εικόνα 5.5: Εικόνες με την μηνιαία κατανάλωση ενέργειας και το ετήσιο κόστος με το τρίτο σύστημα θέρμανσης κλιματισμού α.θ. νερού νερού με κανάλια αέρα

5.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Έχοντας πλέον ολοκληρώσει την υλοποίηση των σεναρίων μας και φτάνοντας στο τέλος της όλης αυτής διαδικασίας τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα ακόλουθα. Μεταξύ των τριών συστημάτων μας όπως προκύπτει και από τα αρχεία εξόδου του eQuest, το κάθε ένα από τα συστήματα αυτά έχει διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις, αυτό οφείλεται στο μέγεθος της κάθε μονάδας.



Εικόνα 5.6: Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας συγκριτικά για όλα τα συστήματα



Εικόνα 5.7: Μηνιαίο κόστος κατανάλωσης συγκριτικά για όλα τα συστήματα

- Παίρνοντας το 1ο σύστημα αντλίας αέρα/αέρα για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και κλιματισμού καθώς και των ηλεκτρικών αναγκών του χώρου έχουμε μια κατανάλωση ενέργειας της τάξεως των 16,51 MWh ανά έτος. (SEER = 8,90 ΚΑΙ COP = 3,00)
- Στο 2ο σύστημα αντλίας αέρα/νερού για την εξυπηρέτηση των ίδιων αναγκών, έχουμε μια κατανάλωση ενέργειας της τάξεως των 17,54 MWh ανά έτος, δηλαδή μια μικρή αύξηση σε σχέση με το 1ο μας σύστημα. (SEER = 8,90 ΚΑΙ COP = 3,00)
- Στο 3ο μας σύστημα αντλίας αέρα/νερού αλλά με κανάλια, επίσης για την εξυπηρέτηση των ίδιων αναγκών, έχουμε μια κατανάλωση ενέργειας της τάξεως των 37,28 MWh ανά έτος. (SEER = 7,90 ΚΑΙ COP = 2,90)

Μεταξύ των τριών συστημάτων μας όπως προκύπτει και από τα αρχεία εξόδου του eQuest, το κάθε ένα από τα συστήματα αυτά έχει διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις, αυτό οφείλεται στο μέγεθος του κάθε συστήματος και της πολυπλοκότητάς του. Το κάθε σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού, όπως αναφέραμε παραπάνω, δεν παύει να χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για να μπορέσει να λειτουργήσει.

- Το πραγματικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας (άνευ φόρων και χρεώσεων) που καταναλώνεται από το 1ο μας σύστημα ανέρχεται στο ποσό των 2048 € ανά έτος.
- Επίσης το 2ο μας σύστημα για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου, μας επιφέρει ένα κόστος λειτουργίας της τάξεως των 2135 € ανά έτος.
- Εν συνεχεία και το 3ο μας σύστημα για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου, μας επιφέρει ένα κόστος λειτουργίας 6711 € ανά έτος.

Σαν πηγή ενέργειας για τις αντλίες θερμότητας, οποιουδήποτε είδους, χρειάζεται ηλεκτρικό ρεύμα. Η κάθε αντλία έχει διαφορετικό κόστος γιατί απαρτίζεται από διαφορετικά μέρη και όσο πιο πολύπλοκος είναι ο μηχανισμός της, τόσο περισσότερο κόστος έχει. Επίσης, οι καναλάτες είναι πιο ακριβές γιατί είναι ακριβή και η συντήρησή τους

Αν βρούμε εναλλακτική πηγή ενέργειας για την θέρμανση του νερού της αντλίας θερμότητας, μπορεί να γίνει εξοικονόμηση αρκετής ενέργειας και χρημάτων.

- Φυσικό Αέριο - Υγραέριο
- Υποβοήθηση του συστήματος με ηλιακούς συλλέκτες
- Λέβητας πετρελαίου συμπύκνωσης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βούρος Ανδρέας, Σημειώσεις στο μάθημα «Μετάδοσης Θερμότητας», ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, 2016

Καλογήρου Ιωάννης, Σημειώσεις στο μάθημα «Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός», ΤΕΙ Πάτρας, 2005

Σελλούντος «Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμός

Χρήστος Ι. Τσαρτσάλης, «Εξοικονόμηση ενέργειας με εφαρμογή ηλιοθερμικών συστημάτων», Αθήνα, 2012)

Σιμουλη Ασπασία, Μαχαίρα Μάρθα, «Θέρμανση θερμοκηπίου με χρήση γεωθερμίας», Θεσσαλονίκη, 2009

Μπινιαρης Γεώργιος, «Εξοικονόμηση ενέργειας θέρμανσης κλιματισμού με γεωθερμία σε κατοικία», Ηράκλειο, 2011

Βρέλλας Χαρίσης, «Μελέτη Κλιματισμού για Βιομηχανική Εγκατάσταση», Ξάνθη, Σεπτέμβριος 2009

Κατσαπρακάκης-Μονιάκης, Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας & Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, ΣΕΑΒ, 2015

Φωτεινή Καραμάνη, «Σεμινάριο με τίτλο: Ενεργειακός Έλεγχος των συστημάτων κλιματισμού και βασικές αρχές των συστημάτων ψύξης / νέες τεχνολογίες», Εκδόσεις ΚΑΠΕ, 2011

Παπακώστας Κ.Τ., «Εξοικονόμηση ενέργειας σε συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού», ΤΕΕ, 2012

Κλειώ Βόσσου, «Κλιματισμός II», Τεχνικοί εγκαταστάσεων ψύξης, αερισμού, και κλιματισμού

Κωνσταντίνος Στεργίου, «Κλιματισμός»

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

www.4ty.gr
<http://www.solarbase.gr>
www.mavranoudis.4ty.gr
www.ntaoulas-energy.gr
skroutzstore.gr alphaclima.
<http://www.ti-soft.com/el/>
<http://www.daikin.gr/about-daikin/leading-technologies/inverter-technology/>
http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview_news/94100.asp
ceilian.com
http://www.heronanewsimes.gr/antlies_thermothtas_emp
<https://klimatistika.wordpress.com/2016/07/27/>
<http://www.interen.gr/index.php/ypiresies/hm-efarmoges-energeiakes-anavathmiseis>
<http://www.koubarakis.gr>
<http://energycert.gr/systhmata-klimatismou-ola-osa-prepei-na-gnwrizoume/>
<https://klimatistika.wordpress.com/2016/07/27/%cf%84>
<http://ilektroaytomatismoi.blogspot.gr>
<http://www.chaskos.gr>
<https://www.mazanakis.gr>
<http://www.racs.gr/clima.html>
[http://www.decobook.gr/texnika-arthra/fotismos/817-2011-11-28-15-43-21.](http://www.decobook.gr/texnika-arthra/fotismos/817-2011-11-28-15-43-21)
<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu1-1-6>
http://www.greenrhinoenergy.com/renewable/context/uses_and_sources.php
<http://www.paratiritis-news.com/?p=55928>
<http://www.racs.gr/heat.html>
<http://thermansipress.gr/thermansil>
http://www.heronanewsimes.gr/antlies_thermothtas_emp
<http://www.ktizontastomellon.gr>
<http://soumpasis-solar.skroutzstore.gr/p.antlia-thermotitas-nerou-nerou-fw-06-22kw.912298.html>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

-
- ¹ <http://www.polyclima.4ty.gr>
- ² Καλογήρου Ιωάννης, Σημειώσεις στο μάθημα «Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός», ΤΕΙ Πάτρας, 2005
- ³ Βούρος Ανδρέας, Σημειώσεις στο μάθημα «Μετάδοσης Θερμότητας», ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, 2016
- ⁴ <http://www.polyclima.4ty.gr>
- ⁵ Κατσαπρακάκης-Μονιάκης, Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας & Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, ΣΕΑΒ, 2015, σελ. 38
- ⁶ Φωτεινή Καραμάνη, «Σεμινάριο με τίτλο: Ενεργειακός Έλεγχος των συστημάτων κλιματισμού και βασικές αρχές των συστημάτων ψύξης / νέες τεχνολογίες», Εκδόσεις ΚΑΠΕ, 2011
- ⁷ www.4ty.gr
- ⁸ Βρέλλας Χαρίσης, «Μελέτη Κλιματισμού για Βιομηχανική Εγκατάσταση», Ξάνθη, Σεπτέμβριος 2009, σελ. 16
- ⁹ http://www.ktizontastomellon.gr/index.php/eksoikonomhshenergeias/stratigikes_exoikonomisis/systima_thermansis/
- ¹⁰ Βρέλλας Χαρίσης, «Μελέτη Κλιματισμού για Βιομηχανική Εγκατάσταση», Ξάνθη, Σεπτέμβριος 2009, σελ. 17
- ¹¹ Κατσαπρακάκης-Μονιάκης, Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας & Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων, Τ.Ε.Ι. Κρήτης, ΣΕΑΒ, 2015, σελ. 300
- ¹² Βρέλλας Χαρίσης, «Μελέτη Κλιματισμού για Βιομηχανική Εγκατάσταση», Ξάνθη, Σεπτέμβριος 2009, σελ. 26
- ¹³ Βρέλλας Χαρίσης, «Μελέτη Κλιματισμού για Βιομηχανική Εγκατάσταση», Ξάνθη, Σεπτέμβριος 2009, σελ. 30
- ¹⁴ Βρέλλας Χαρίσης, «Μελέτη Κλιματισμού για Βιομηχανική Εγκατάσταση», Ξάνθη, Σεπτέμβριος 2009, σελ. 17
- ¹⁵ <http://www.interen.gr/index.php/ypiresies/hm-efarmoges-energeiakes-anavathmiseis>
- ¹⁶ <http://www.koubarakis.gr/el/content/88-daikin-altherma-monobloc-low-temperature>
- ¹⁷ Παπακώστας Κ.Τ., «Εξοικονόμηση ενέργειας σε συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού», ΤΕΕ, 2012
- ¹⁸ http://www.heronanewsimes.gr/antlies_thermotitas_emp
- ¹⁹ <https://klimatistika.wordpress.com/2016/07/27>
- ²⁰ Κλειώ Βόσσου, «Κλιματισμός II», Τεχνικοί εγκαταστάσεων ψύξης, αερισμού, και κλιματισμού
- ²¹ <http://energycert.gr/systhmata-klimatismou-ola-osa-prepei-na-gnwrizoume/>
- ²² Κωνσταντίνος Στεργίου, «Κλιματισμός»
- ²³ <https://klimatistika.wordpress.com/2016/07/27/%cf%84>
- ²⁴ Τσαρτσαλης, Εξοικονόμηση ενέργειας με εφαρμογή ηλιοθερμικών συστημάτων, Αθήνα, 2012, σελ. 34
- ²⁵ Τσαρτσαλης, Εξοικονόμηση ενέργειας με εφαρμογή ηλιοθερμικών συστημάτων, Αθήνα, 2012, σελ. 36
- ²⁶ <https://www.mazanakis.gr/antlia-thermotitas.aspx?lang=el>
- ²⁷ Βρέλλας Χαρίσης, Μελέτη κλιματισμού για βιομηχανική εγκατάσταση, Ξάνθη, 2009, σελ. 38
- ²⁸ <http://www.solarbase.gr/site/index.php/2013-05-09-14-46-33/2013-05-17-10-59-21>
- ²⁹ Βρέλλας Χαρίσης, Μελέτη κλιματισμού για βιομηχανική εγκατάσταση, Ξάνθη, 2009, σελ. 41
- ³⁰ Σιμούλη Α., Μαχαίρα Μ., Θέρμανση θερμοκηπίου με χρήση γεωθερμίας, Θεσσαλονίκη, 2009, σελ. 63
- ³¹ http://ilektroytomatismoi.blogspot.gr/2014/11/blog-post_93.html
- ³² <http://www.chaskos.gr/index.php/proionta/thermansh/menu-endodapedia-thermasni/endodapedia-thermansiadlies-thermotitas-aeros-nerou>

-
- 33 Μπινιάρης, *Εξοικονόμηση ενέργειας θέρμανσης - κλιματισμού με γεωθερμία σε κατοικία, Ηράκλειο, σελ. 40*
- 34 www.mavranoudis.4ty.gr
- 35 www.ntaoulas-energy.gr
- 36 skroutzstore.gr alphaclima.
- 37 Μπινιάρης, *Εξοικονόμηση ενέργειας θέρμανσης - κλιματισμού με γεωθερμία σε κατοικία, Ηράκλειο, σελ. 42-43*
- 38 Μπινιάρης, *Εξοικονόμηση ενέργειας θέρμανσης - κλιματισμού με γεωθερμία σε κατοικία, Ηράκλειο, σελ. 40*
- 39 <http://www.ti-soft.com/el/support/help/thermocad/libraries/products/heatpumps/general>
- 40 (<http://www.daikin.gr/about-daikin/leading-technologies/inverter-technology/>)
- 41 (http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview_news/94100.asp)
- 42 ceilian.com
- 43 Κλειώ Βόσσου, «Κλιματισμός II», *Τεχνικοί εγκαταστάσεων ψύξης, αερισμού, και κλιματισμού*