

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-
ΨΥΞΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΣΙΝΤΟΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ
ΑΜΑΝΑΤΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ

ΠΑΤΡΑ, 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας με σκοπό την ανάλυση τεχνικών και οικονομικών παραμέτρων που αφορούν στην εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης-κλιματισμού.

Η μελέτη επιτυγχάνεται με την θεώρηση δύο σεναρίων σε υφιστάμενο κτίριο. Στο πρώτο σενάριο συγκρίνουμε την περίπτωση θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου και με αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών κάνοντας χρήση και στις δύο περιπτώσεις συμβατικών θερμαντικών σωμάτων (panels). Η ψύξη θα επιτευχθεί με κλιματιστικές μονάδες. Στο δεύτερο σενάριο της μελέτης, αντικαθιστούμε τα κοινά θερμαντικά με σώματα fancoils τα οποία θα λειτουργούν με αντλία θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών για θέρμανση και ψύξη. Τα αποτελέσματα που εξάγονται μας δίνουν το ενεργειακό όφελος καθώς και τα τεχνικοοικονομικά κριτήρια που θα μας οδηγήσουν στην τελική επιλογή συναρτήσει του κόστους εγκατάστασης και του χρόνου λειτουργίας του κάθε συστήματος.

Στις μέρες μας η ελαχιστοποίηση του ενεργειακού αποτυπώματος μιας τυπικής κατοικίας σε συνδυασμό με την ικανοποίηση του χρήστη για συνθήκες άνεσης μας οδηγούν στην ανάγκη για χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Στο τεύχος αυτό θα γίνει σύγκριση των τεχνικών και οικονομικών παραμέτρων με σκοπό την επιλογή του ιδανικότερου συστήματος.

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλεποντα καθηγητή Δρ. Γεώργιο Καμπουρίδη για τη πολύτιμη βοήθεια και στήριξη που μας παρείχε καθόλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Χριστόδουλος Σίντος
Χρήστος Αμανατίδης
Μάϊος 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή αφορά τη μελέτη θέρμανσης και ψύξης κτιρίου, συγκρίνοντας την περίπτωση αντλίας θερμότητας με σύστημα Φυσικού Αερίου σε τεχνικό και οικονομικό επίπεδο. Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε 3 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, περιγράφονται οι προδιαγραφές των συστημάτων κλιματισμού που αφορούν στην θέρμανση και την ψύξη του χώρου. Προσδιορίζεται η συνθήκη της ανέσεως, το κλίμα καθώς και τι προβλέπεται για τον περιορισμό των φορτίων μιας εγκατάστασης. Τέλος γίνεται αναφορά στις γενικές αρχές που διέπουν τα συστήματα αυτά.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφονται αναλυτικά οι εγκαταστάσεις με αντλία θερμότητας και με φυσικό αέριο, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς και τα κριτήρια επιλογής τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων όπως υπολογίσθηκαν από το πρόγραμμα της 4M Fine. Λαμβάνονται δύο μελέτες περίπτωσης εγκαταστάσεων και εξάγουμε τα συμπεράσματα ως προς την καταλληλότητα και οικονομικότητα για την κάθε περίπτωση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Ενέργεια και ενεργειακή πολιτική.....	1
2. Ευρωπαϊκή πολιτική στην ενέργεια και την προστασία περιβάλλοντος.....	1
3. Το ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα.....	2

1.ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.1 Η συνθήκη της ανέσεως.....	4
1.2 Κλίμα.....	4
1.3 Προβλεψεις για τον περιορισμό των φορτίων.....	5
1.4 Γενικές αρχές συστημάτων θέρμανσης και κριτήρια επιλογής.....	5
1.5 Γενικές αρχές συστημάτων ψύξης.....	7
1.6 Κανονισμοί.....	8

2.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ΨΥΞΗΣ

2.1 Αντλία θερμότητας.....	9
2.1.1 Συντελεστής απόδοσης.....	10
2.1.2 Επιλογή αντλίας θερμότητας.....	11
2.1.3 Διάκριση αντλιών θερμότητας.....	11
2.1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αντλιών θερμότητας.....	13
2.2 Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου.....	14
2.2.1 Φυσικό αέριο και περιβάλλον, γενικά χαρακτηριστικά.....	14
2.2.2 Στοιχεία Εγκατάστασης.....	15
2.2.2.α Εγκατάσταση σωληνώσεων.....	16
2.2.2.β Συσκευές αερίου.....	17
2.2.2.γ Χώροι εγκατάστασης συσκευών αερίου.....	17
2.2.2.δ Αερισμός χώρου.....	17
2.2.2.ε Απαγωγή καυσαερίων.....	18
2.3 Τερματικές μονάδες.....	18
2.3.1 Θερμαντικά σώματα Panel.....	18
2.3.2 Fancoils.....	19

3.ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών.....	21
--	----

3.1.1 Εισαγωγή.....	21
3.1.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμού.....	21
3.2 Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων.....	27
3.2.1 Εισαγωγή.....	27
3.2.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμού.....	28
3.3 Μελέτη Περίπτωσης 1.....	32
3.4 Μελέτη Περίπτωσης 2.....	41
3.3 Συμπεράσματα.....	45

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Κατόψεις Κτιρίου.....	47
-----------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Πίνακες τυπικών στοιχείων κτιρίου.....	49
--	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51
--------------------------	-----------

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

- **γ (deg), Προσανατολισμός:** Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0° , προς Ανατολή 90° , προς Νότο 180° και προς Δύση 270° (επιτρέπονται και όλες οι ενδιάμεσες τιμές, ανά 1°).
- **β (deg), Κλίση:** Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90° , μια επίπεδη οροφή 0° , ενώ μια πυλωτή 180° .
- **Εμβαδόν (m^2):** Εισάγεται το συνολικό καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- **U (W/m^2K), Συντελεστής θερμοπερατότητας.** Εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 (§2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων). Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.2. Θερμικά Χαρακτηριστικά Δομικών Στοιχείων Κτηρίου. Πίνακας 3.3α-Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα). Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων . Πίνακας 3.4α. - Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979). Πίνακας 3.4β. - Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979)).
- **a , Απορροφητικότητα:** Καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμα των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας . Πίνακας 3.14. - Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας & απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται

και στο ακόλουθο σχήμα. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

- **ε, Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας:** Καθορίζεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.2.6. *Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία*. Πίνακας 3.15.-*Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας*). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την *εκπεμπτικότητα* του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.
- **F_{hor_h}, Συντελεστής σκίασης – Οριζοντας- χειμώνας:** Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον οριζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.3.2. *Συντελεστής σκίασης οριζοντα F_{hor}*. Πίνακας 3.18. - *Συντελεστής σκίασης από οριζοντα F_{hor}*). Σε περίπτωση ελεύθερου οριζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_{hor_c}, Συντελεστής σκίασης – Οριζοντας - καλοκαίρι.** Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον οριζοντα κατά την θερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.3.2. *Συντελεστής σκίασης οριζοντα F_{hor}*. Πίνακας 3.18. - *Συντελεστής σκίασης από οριζοντα F_{hor}*). Σε περίπτωση ελεύθερου οριζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_{on_h}, Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες – χειμώνας:** Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκιάστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.3.3. *Συντελεστής σκίασης από πρόβολους F_{on}*. Πίνακας 3.19. - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους πρόβολους F_{on}*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_{on_c}, Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- καλοκαίρι:** Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκιάστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.3.3. *Συντελεστής σκίασης από πρόβολους F_{on}*. Πίνακας 3.19. - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους πρόβολους F_{on}*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

- **F_fin_h, Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- χειμώνας:** Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.3.4. *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin*. Πίνακας 3.20.α. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την αριστερή πλευρά*, Πίνακας 3.20.β. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την δεξιά πλευρά*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_fin_c, Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- καλοκαίρι:** Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§3.3.4. *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin*. Πίνακας 3.20.α. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την αριστερή πλευρά*, Πίνακας 3.20.β. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την δεξιά πλευρά*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **COP, συντελεστής επίδοσης:** Εισάγεται ο συντελεστής επίδοσης σε περίπτωση που γίνεται χρήση μονάδας αντλίας θερμότητας (ανάλογα με τον τύπο), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (§4.1.2. *Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας*).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Η ενέργεια αποτελεί αγαθό καθοριστικής σημασίας για τις αναπτυξιακές και κοινωνικές ανάγκες παγκοσμίως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την συνεχή αύξηση ζήτησης καθιστώντας το ενεργειακό ένα από τα πιο σημαντικά θέματα της εποχής μας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και λιθάνθρακα επαρκούν για την κάλυψη αναγκών 40, 70 και 200 χρόνων αντίστοιχα.

Η προστασία του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την βιώσιμη ανάπτυξη, δηλαδή την ισορροπία ανάμεσα σε κοινωνικοοικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια μας ωθούν στην ανάγκη να μεταβούμε από την “εποχή του άνθρακα” σε μια σύγχρονη ενεργειακή επανάσταση. Η κλιματική αλλαγή είναι εμφανής στον πλανήτη και η αντιμετώπισή της είναι υψίστης σημασίας.

Η ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική όσον αφορά στην ενέργεια, προβλέπει την μετάβαση σε ενοποιημένες αγορές, απελευθερωμένες και ευρύτερα παγκοσμιοποιημένες. Γενικότερα, προβλέπει την απεξάρτηση της ενέργειας από εθνικές πολιτικές και κινείται σε τρεις βασικούς άξονες: την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, τη μείωση της κλιματικής αλλαγής και την εξασφάλιση της ανταγωνιστικότητας.

Οι πρώτες διεθνείς συμφωνίες υπογράφησαν το 1999 στο πρωτόκολλο του Κυότο σύμφωνα με το οποίο μέχρι το έτος 2012 επρόκειτο να περιορισθούν οι εκλυόμενοι ρύποι του θερμοκηπίου. Το έτος 2009 πραγματοποιήθηκε μία ακόμα διεθνής συνάντηση στην Κοπεγχάγη με στόχο την συμφωνία για μείωση των εκλυόμενων ρύπων παγκοσμίως αν και πάλι οι μεγάλοι ρυπαντές δεν ανέλαβαν τις ευθύνες τους. Παρά τις προσπάθειες αυτές τα αποτελέσματα βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο και ειδικότερα στην Ελλάδα η οποία δεν κατάφερε να ανταπεξέλθει στην περαίωση του στόχου της συνθήκης του Κυότο λαμβάνοντας τα απαραίτητα κρατικά μέτρα.

2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Στρατηγική διαμορφώνεται με σκοπό την αντιμετώπιση των κάτωθι προκλήσεων:

- Ενεργειακή ασφάλεια.
- Κλιματική αλλαγή.
- Τιμές ενέργειας.
- Διεθνείς εξελίξεις.
- Οικονομικές εξελίξεις.

- Επενδύσεις σε υποδομές.

Από το Νοέμβριο του 2010 η Ευρωπαϊκή επιτροπή ανακοίνωσε το νέο πρόγραμμα για την κοινή Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Στρατηγική για την περίοδο 2011-2020 με την ονομασία «Ενέργεια 2020». Πιο συγκεκριμένα το πλαίσιο δράσεων για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας διαμορφώνεται ως εξής:

- Ολοκληρωμένη πανευρωπαϊκή αγορά ενέργειας. Προβέπεται ενιαίο σημείο εξυπηρέτησης και συντονισμού όλως των αδειοδοτήσεων.
- Εξασφάλιση ασφαλούς τροφοδοσίας όλων των κρατών-μελών με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια με γνώμονα την ανάπτυξη αλληλεγγύης στην περίπτωση ενεργειακών κρίσεων.
- Μείωση των εκπομπών CO₂ σε συνδυασμό με επενδύσεις σε “καθαρή” ενέργεια.
- Ανάπτυξη προγραμμάτων ΕΞΕΝ (Εξοικονόμησης Ενέργειας) σε ευρωπαϊκό εθνικό και διεθνές επίπεδο.
- Αύξηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).
- Ανάπτυξη στρατηγικής για την ενεργειακή τεχνολογία (Strategic Energy Technology Plan, SETPlan).
- Βελτίωση της κατανόησης των ενεργειακών θεμάτων από τους ευρωπαίους πολίτες-καταναλωτές.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο έως το έτος 2020 την επίτευξη του «πακέτου 20-20-20». Αυτό σημαίνει πως θα πρέπει το 20% την ενέργειας να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, οι εκλυόμενοι ρύποι να έχουν μειωθεί κατά 20% καθώς και να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου της τάξης του 20%. Από το 2007 έως και σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προβεί σε μία σειρά από μέτρα και προτάσεις τα οποία κινούνται γύρω από τα εξής πεδία: αειφορία, αναταγωνιστικότητα και ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

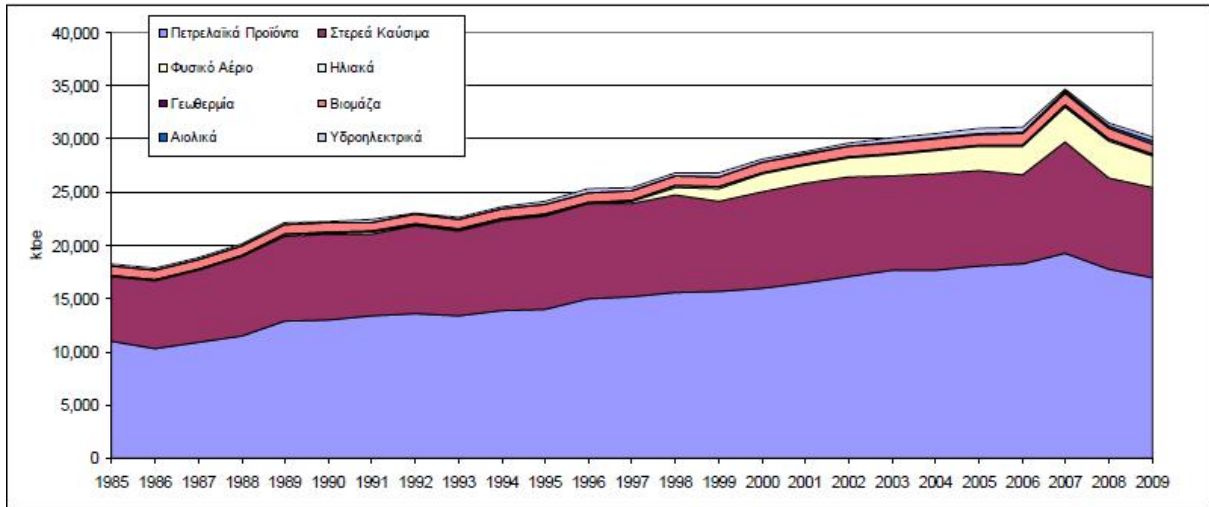
3.ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι κύριοι άξονες ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα είναι:

- Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού με υψηλής ποιότητας προϊόντα στην καλύτερη δυνατή τιμή.
- Διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών με επικέντρωση στην μείωση χρήσης πετρελαίου και την σταδιακή υποκατάστασή του από το φυσικό αέριο.
- Στην ενίσχυση του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Στην αύξηση συμμετοχής των ΑΠΕ και των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα.
- Στην απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου.
- Στην προώθηση παραγωγικότητας και ανταγωνιστικότητας μέσω ενεργειακών επενδύσεων σε “καθαρές” ενεργειακές τεχνολογίες.

Σήμερα στην Ελλάδα το πετρέλαιο και ο λιγνίτης αποτελούν το 86% της διάθεσης πρωτογενούς ενέργειας (Σχήμα 1.3.1.). Το φυσικό αέριο πρωτοεμφανίστηκε στην Ελλάδα το 1998 ενώ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο

τέλος της δεκαετίας του '90. Παρόλο που η κατανάλωση του φυσικού αερίου έχει επταπλασιαστεί έως σήμερα ως προς την χρήση του, εξακολουθεί να



Σχήμα 1: Διάθεση πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο (1990-2009) (ΥΠΕΚΑ 2011)

1. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.1 Η ΣΥΝΘΗΚΗ ΤΗΣ ΑΝΕΣΕΩΣ

Η ανάγκη του ανθρώπου για προστασία από τις ακραίες καιρικές συνθήκες, οδήγησε σήμερα στην ανάπτυξη νέων μεθόδων και τεχνολογιών οι οποίες μπορούν να εξασφαλίσουν συνθήκες άνεσης τέτοιες ώστε να ανταποκρίνονται με πληρότητα, ασφάλεια, αξιοπιστία αλλά και προσιτό κόστος στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας. Με βάση τη θεωρία της θερμοδυναμικής ισορροπίας επιδιώκεται να επιτευχθεί μία λεπτή ισορροπία ανάμεσα στην φυσιολογική θερμότητα που αποβάλλει το ανθρώπινο σώμα και στην θερμότητα που το σώμα δέχεται από το περιβάλλον.

Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, δηλαδή για να υπάρξει πλήρης κλιματική άνεση, πρέπει ο μελετητής να λαμβάνει υπόψιν μία σειρά από παραμέτρους. Τέτοιες είναι η θερμοκρασία και υγρασία των χώρων, η καθαρότητα, ο τρόπος και η ταχύτητα κινήσεως του αέρα, η ένταση των θορύβων, η λειτουργικότητα και αισθητική των χώρων καθώς και πολλοί άλλοι παράγοντες που καλύπτουν την συνθήκη της άνεσης με την ευρεία έννοιά της. Στην συγκεκριμένη μελέτη θα αναλύσουμε τα στοιχεία εκείνα της ανέσεως που μπορούν να επιτευχθούν με συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού.

Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι πως οι επιλογές των Μηχανικών (σχεδιαστών, μελετητών, κατασκευαστών) πρέπει να συνδυάζουν με σύνεση τις εφικτές τεχνολογίες με τα οικονομικά περιθώρια σύμφωνα πάντα με τις επιθυμίες των χρηστών.

1.2 ΚΛΙΜΑ

Πριν ξεκινήσουμε πρέπει να ορίσουμε αρχικά την έννοια του κλίματος και τη σημασία αυτού στην μελέτη μας. Με τον όρο **κλίμα** χαρακτηρίζεται το σύνολο μιας σειράς περιβαλλοντικών στοιχείων όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα και η κατεύθυνση μετακινήσεως του αέρα. Από αυτόν τον γενικό ορισμό κάθε περιοχή και κάθε χώρος παρουσιάζουν κάποιο “κλίμα” σε κάθε χρονική στιγμή.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα ενός χώρου αναφέρονται παρακάτω:

α) Εξωτερικές συνθήκες που διαμορφώνονται από τη γεωγραφική θέση, θερμοκρασία, υγρασία και ανέμους της περιοχής καθώς και από το κτίριο καθ'αυτό λαμβάνοντας υπόψιν τον προσανατολισμό του, τις αποστάσεις από τα γειτονικά κτίρια και γενικότερα εμπόδια.

β) Κατασκευαστικά δεδομένα σύμφωνα με το κέλυφος του κτιρίου ανάλογα με τα δομικά και αρχιτεκτονικά του στοιχεία (τοιχώματα, κουφώματα, μονώσεις)

γ) Το περιεχόμενο και η χρήση του κάθε χώρου, τα οποία εξαρτώνται από τον ανθρώπινο παράγοντα που διαμορφώνει το είδος και την ένταση της αναπτυσσόμενης δραστηριότητας στο χώρο.

1.3 ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Μια εγκατάσταση θέρμανσης-ψύξης καλείται να αντιμετωπίσει κάποια “φορτία” τα οποία μπορούν να περιορισθούν εφόσον έχουν προηγηθεί εγκαίρως προβλέψεις και διορθωτικές επεμβάσεις σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα. Οι προβλέψεις αυτές προκύπτουν από τον οικονομοτεχνικό συσχετισμό των δομικών και αρχιτεκτονικών στοιχείων που απαιτούνται, με την λειτουργικότητα του χώρου και την καλύτερη προσέγγιση του επιθυμητού εσωκλίματος, σε λογικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

Αναφερόμενοι σε προβλέψεις για τον περιορισμό των φορτίων χρειάζεται αρχικά να γίνει προσεκτική οριοθέτηση των εν λόγω επιθυμητών συνθηκών με κριτήριο την χρήση του χώρου. Έπειτα γίνεται επιλογή και ποσοτική εκτίμηση των αναγκαίων εργασιών και δαπανών. Για τον περιορισμό επίσης των φορτίων στο εσωκλίμα, μπορούν να γίνουν επεμβάσεις στο κέλυφος (θερμομονωτική ικανότητα κελύφους). Τέλος καθοριστική είναι η επιλογή και εγκατάσταση των κατάλληλων μηχανημάτων που έχουν τη δυνατότητα επίτευξης και διατήρησης των επιθυμητών συνθηκών σε λογικό κόστος εγκατάστασης αλλά και λειτουργίας.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως όταν αναφερόμαστε σε επιθυμητές συνθήκες εσωκλίματος, θεωρούμε συνθήκες που αγγίζουν ικανοποιητικά τις ιδανικές συνθήκες χωρίς όμως να ξεχνούμε τις τεχνολογικές και οικονομικές δυνατότητες που ορίζουν τελικώς τις εφικτές συνθήκες εσωκλίματος. Σύμφωνα με την Τ.Ο ΤΕΕ 2425 οι συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού εγκαταστάσεων θέρμανσης για κατοικίες είναι στους 20 °C για τους χώρους εκτός από τα λουτρά και τους προθάλαμους όπου οι συνιστώμενες θερμοκρασίες είναι 22 – 24 °C και 15 °C αντίστοιχα. Στην περίπτωση που η θέρμανση και η ψύξη επιτυγχάνονται με κλιματισμό τότε λαμβάνουμε υπόψιν και το ποσοστό σχετικής υγρασίας. Έτσι ισχύει θερμοκρασία 22 °C με σχετική υγρασία 30 – 50 % για τον χειμώνα και 25 – 26 °C με σχετική υγρασία 40 – 50 % για το καλοκαίρι.

1.4 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Αρχικά στην περίπτωση θέρμανσης είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός συστήματος παραγωγής, προσαγωγής ή απαγωγής θερμικής ενέργειας, το οποίο είναι σχεδόν πάντα βασισμένο σε μία καύση. Γενικά, τα αυτοματοποιημένα συστήματα θερμάνσεως μπορούν να διαχωριστούν σε συστήματα άμεσης και έμμεσης θέρμανσης.

Στα άμεσης θέρμανσης συστήματα περιλαμβάνονται οι εστίες ανοιχτής καύσης, οι θερμάστρες με ηλεκτρική αντίσταση κ.α. Χαρακτηριστικό τους είναι η τοποθέτηση της μονάδας καύσης στον θερμαινόμενο χώρο καθώς και η τοπική επίδρασή τους στην αύξηση της θερμοκρασίας.

Στα έμμεσα συστήματα θέρμανσης έχουμε ποσοτική και ποιοτική ανταπόκριση αυξημένων απαιτήσεων. Τα συστήματα αυτά διακρίνονται βάσει της πηγής καύσης (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρισμός, γεωθερμία κ.α.), του μέσου με το οποίο διαχέεται η θερμότητα στον χώρο (νερό, αέρας) και της θέσης των θερμαντικών σωμάτων (δάπεδο, οροφή, ενδοδαπέδια).

Παρόλο που η επιλογή συστήματος θέρμανσης υπόκειται σε υποκειμενικά κριτήρια κατά περίπτωση, έχει αναπτυχθεί μία γενικώς αποδεκτή τυπική εγκατάσταση που πληροί τις κάτωθι προϋποθέσεις:

- Εξασφαλίζει ικανοποιητική (20 – 23 °C) και κατάτο δυνατόν ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στον χώρο (ανεκτή απόκλιση ± 1 °C).
- Δεν δυσχαιρένει την καθαρότητα και ποιότητα του εσωτερικού αέρα.
- Είναι απλή στην χρήση της και επιδέχεται ρύθμιση σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών, όσο το δυνατόν πιο γρήγορα (αν και η τελευταία παράμετρος είναι συνήθως δύσκολη και δαπανηρή).
- Επιτυγχάνει με χαμηλό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος τις επιθυμητές συνθήκες.
- Δεν καταλαμβάνει μεγάλο χώρο τόσο στις κίριες εγκαταστάσεις της όσο και στα τυπικά θερμαντικά σώματα.
- Είναι ασφαλής και δεν αποτελεί κίνδυνο για τη ζωή.

Μία μελέτη θέρμανσης πρέπει να είναι συνεχής, περιβαλλοντικά αποδεκτή, οικονομική και ασφαλής και γι αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και εμπειρία από τον μηχανικό. Ένας πρόσθετος στόχος είναι η διασφάλιση επαρκούς διάρκειας ζωής των περισσότερο ευαίσθητων διατάξεων που πρέπει να συμβαδίζει με τον κόστος της κατασκευής, επισκευών και τις σημερινές δυνατότητες της τεχνολογίας.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος θέρμανσης και κλιματισμού έγγυται κυρίως στην αρτιότητα των επιλογών του μελετητή η οποία πηγάζει από την αδιαμφισβήτητη επιστημονική και επαγγελματική του κατάρτηση. Πρέπει να γίνει άκρως κατανοητό πως οικονομικές στενότητες οι οποίες προέρχονται είτε από τον κατασκευαστή, είτε από τον τελικό χρήστη δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να θυσιάσουν από την ασφάλεια αφενός αλλά και από την ποιότητα της κατασκευής αφετέρου.

Ο οικονομικός παράγοντας είναι πάντα καταλυτικής σημασίας, πρέπει όμως ο μελετητής να έχει υπόψιν του πως με ημίμετρα και κατώτερης ποιότητας επιλογές διακυβεύεται η φήμη του καθώς αυτός είναι υπόλογος για την κάθε επιλογή. Καταλήγουμε λοιπόν στα εξής κριτήρια που οδηγούν στην κατάλληλη επιλογή:

α) Ασφάλεια της κατασκευής

Η ασφάλεια είναι βασική προτεραιότητα για οποιαδήποτε κατασκευή. Δίδεται μεγάλη σημασία σε αυτήν και σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπονται λάθη ή παραβλέψεις που μπορούν να φέρουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή, την εγκατάσταση και τα περιουσιακά στοιχεία.

Ο νόμος ορίζει όλες τις προδιαγραφές οι οποίες πρέπει να ακολουθούνται προσεκτικά. Τα υλικά πρέπει να φέρουν πιστοποιητικά με τις προδιαγραφές τους σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά κριτήρια. Γενικά η ασφάλεια είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας και πρέπει να αναγνωρίσουμε πως με τις σωστές προβλέψεις στην εγκατάσταση μπορούν να αποτρεπτούν μακροπρόθεσμες βλάβες μεγάλου κόστους.

β) Επάρκεια της κατασκευής

Ο σωστός έλεγχος των αναγκών μιας κατασκευής σε συνδυασμό με την σωστή διαστασιολόγηση συντελούν στο να θεωρηθεί η εγκατάσταση αποτελεσματική. Στόχος της κατασκευής είναι να επιτυγχάνει την επιθυμητή θερμοκρασία εσωκλίματος σε μικρό χρονικό διάστημα ακόμα και κάτω από τις πιο αντίξοες συνθήκες. Πέρα από αυτό, για να χαρακτηριστεί μια εγκατάσταση επαρκής, οφείλει να είναι και απλή ως προς τη λειτουργικότητά της χωρίς να επιβαρύνει τον χρήστη.

γ) Οικονομικότητα

Η οικονομικότητα μιας εγκατάστασης έγκειται, τόσο στο αρχικό κόστος εγκατάστασης, όσο, φυσικά, και στο κόστος λειτουργίας της. Το σύστημα που προτείνει ο μελετητής θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη αυτή την λεπτή ισορροπία κόστους εγκατάστασης – λειτουργίας. Στόχος είναι η απόσβεση της αρχικής επένδυσης σε βάθος χρόνου.

δ) Οικολογικώς αποδεκτή

Κάθε εγκατάσταση πρέπει να κινείται σε οικολογικώς αποδεκτά πλαίσια λαμβάνοντας υπόψιν ιδίως ότι αυτή η παράμετρος θα γίνεται όλο και πιο αυστηρή με την πάροδο των χρόνων. Η προστασία του περιβάλλοντος είναι υποχρέωση όλων μας και δεν επιτρέπεται η χρήση οποιονδήποτε υλικών, καυσίμων ή και αερίων των οποίων είναι γνωστή η επιβάρυνσή τους στον πλανήτη.

ε) Συντήρηση

Όλα τα ανωτέρω χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν την επιλογή ενός συστήματος θέρμανσης – κλιματισμού για να είναι αξιόπιστα, με την πάροδο της χρήσης τους, επιβάλλεται η προγραμματισμένη συντήρηση και ο έλεγχος της εγκατάστασης. Είναι μία παράμετρος που εξαρτάται από τον χρήστη και που δεν πρέπει να αμελείται και να αναβάλλεται, επειδή ουσιαστικά αυτός είναι ο μόνος τρόπος όλα τα παραπάνω, να εξακολουθήσουν να χαρακτηρίζουν την κατασκευή.

1.5 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΨΥΞΗΣ

Η βασική κατάταξη των συστημάτων κλιματισμού γίνεται με κύριο κριτήριο τον τρόπο και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η τελική διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών εσωκλίματος (συνήθεις συνθήκες ανέσεως) στον κλιματιζόμενο χώρο. Με την εγκατάσταση κλιματισμού γίνεται προσπάθεια ρύθμισης της θερμοκρασίας και των παραγόντων όπως υγρασία, καθαρότητα, κίνηση του αέρα για να επιτύχουμε όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα άνεσης.

Εκτός από τα παραπάνω, που αναφέρονται σε κατασκευαστικά, λειτουργικά και ποιοτικά κριτήρια, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη μια κατάταξη που βασίζεται σε κριτήρια μεγέθους και εκτάσεως, που συσχετίζουν δηλαδή τη θέση της μονάδας θερμότητας (θερμική μηχανή) με τον κλιματιζόμενο χώρο και την έκταση εφαρμογής του συστήματος κλιματισμού:

- Τοπικά Συστήματα Κλιματισμού
- Κεντρικά Συστήματα Κλιματισμού

Και στις δύο περιπτώσεις τα συστήματα διακρίνονται σε:

- Μονάδες κλιματισμού “μόνο με αέρα”
- Μονάδες κλιματισμού “μόνο με νερό”
- Μονάδες κλιματισμού “μόνο - νερού”
- Μονάδες κλιματισμού “ψυκτικού ρευστού - αέρα”

1.6 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Τέλος, σε κάθε μελέτη εγκατάστασης θέρμανσης/ψύξης, εκτός των άλλων ο μηχανικός οφείλει να κινείται στα πλαίσια που ορίζουν οι κάτωθι κανονισμοί:

- Ο Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Γ.Ο.Κ.).
- Οι Ελληνικοί Κανονισμοί και διατάξεις για κάθε κατηγορία εγκαταστάσεων (ΕΛΟΤ, ΤΟΤΕΕ, Υπουργείο Βιομηχανίας, κ.λπ.).
- Οι Γερμανικοί Κανονισμοί VDE, DIN, IEC, κ.λπ., για όσες περιπτώσεις δεν καλύπτονται από τα παραπάνω.
- Οι οδηγίες των κατασκευαστών ή αντιπροσώπων των ειδικών εγκαταστάσεων (θερμαντήρες νερού χρήσεως, δεξαμενή νερού, καυστήρας, δοχεία διαστολής, αντλίες πυροσβέσεως, κ.λπ.).
- Οι κανόνες της Τέχνης και Εμπειρίας καθώς και οι σχετικές εντολές οδηγίες, υποδείξεις της Επιβλέψεως.

2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ΨΥΞΗΣ

Κάθε εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης με φορέα της θερμικής ενέργειας το νερό, χρειάζεται σύστημα παροχής θερμότητας, σύστημα μεταφοράς της με κυκλοφορία του φορέα σε κλειστή διαδρομή (κυκλοφορητές – σωληνώσεις), σύστημα τοπικής θερμάνσεως στους χώρους (τερματικές μονάδες) και διατάξεις ελέγχου και ασφαλείας.

Αφετηρία των υπολογισμών και της εκλογής εξοπλισμού για όλα τα συστήματα είναι ο θερμικός ισολογισμός που έχει ανδείξει το μέγεθος των θερμικών απωλειών για κάθε χώρο και για την συνολική εγκατάσταση.

Πιο αναλυτικά η μελέτη θέρμανσης περιλαμβάνει:

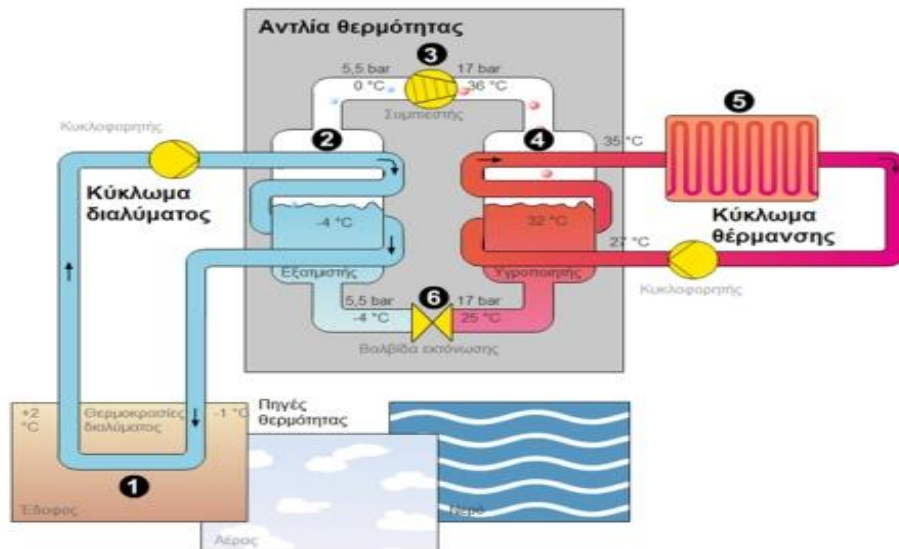
- Εκλογή της θέσεως, του είδους και του μεγέθους των θερμαντικών σωμάτων.
- Χάραξη της διαδρομής των σωληνώσεων τροφοδοσίας των θερμαντικών σωμάτων (προσαγωγή και επιστροφή).
- Εκλογή του είδους σωλήνων και των διατομών τους σε συνδυασμό με την εκτίμηση των απωλειών τριβών για τη ροή και τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του κατάλληλου κυκλοφορητή.
- Καθορισμό της θέσεως και των διαστάσεων του λεβητοστασίου, της διαδρομής της καπνοδόχου (εάν υπάρχει) και της πλήρωσης με νερό του δοχείου διαστολής.
- Εκλογή μεγέθους, τύπου και κύριων τεχνικών χαρακτηριστικών της μονάδας παραγωγής θερμότητας, καθορισμός των συνθηκών λειτουργίας, το είδος και τη θέση των οργάνων ενδείξεων, ρυθμίσεων και αυτοματισμών.
- Υπολογισμός κατανάλωσης καυσίμου και εκλογή της θερμικής ισχύος του.
- Χωροθέτηση των στοιχείων και μηχανημάτων του λεβητοστασίου.
- Σχεδίαση ηλεκτρολογικού κυκλώματος.
- Προδιαγραφή και επιλογή συστημάτων ασφαλείας.
- Προεκτίμηση των αναγκών (και δαπανών) σε εξοπλισμό, συσκευές, υλικά και εργασία για την υλοποίηση της εγκατάστασης.
- Σύνταξη τεχνικής περιγραφής.
- Σύνταξη προϋπολογισμού και χρονοδιαγράμματος κατασκευής.

2.1 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η αντλία θερμότητας είναι μία ιδιοσυσκευή η οποία αφαιρεί θερμική ενέργεια από μία πηγή χαμηλής θερμοκρασίας, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χώρου ή νερού. Η αρχή λειτουργίας της είναι παρόμοια με του ψυγείου, αλλά αντί να περνά ανεκμετάλλευτη η θερμότητα που αποδίδει ο συμπυκνωτής, αυτή η θερμότητα αξιοποιείται στην αντλία θερμότητας.

Η πηγή χαμηλής θερμοκρασίας του συστήματος μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος ή το νερό που περιβάλλει τον εξατμιστή. Το κύριο πλεονέκτημα της αντλίας

θερμότητας είναι ότι πάντα παράγει πλιό πολύ ενέργεια για θέρμανση από την ενέργεια που της δίνουμε για να λειτουργήσει. Η ιδιοσυσκευή μπορεί να έχει βαλβίδα αντιστροφής έτσι ώστε ο εξατμιστής (ο οποίος αφαιρεί θερμότητα) και ο συμπυκνωτής (ο οποίος προσδίδει θερμότητα) να μπορούν να αντιστραφούν. Επομένως, με μια βαλβίδα αντιστροφής, η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση τον χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι.



Σχήμα 4.1.1.: Κύκλος λειτουργίας αντλίας θερμότητας με πηγή λειτουργίας το έδαφος, το νερό ή τον αέρα.

2.1.1 Συντελεστής απόδοσης

Η θεωρητικά μέγιστη απόδοση μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$\text{COP}_{(\text{max})} = \frac{t_c}{t_c - t_e}$$

όπου t_c = η θερμοκρασία του συμπυκνωτή σε βαθμούς Kelvin

t_e = η θερμοκρασία του εξατμιστή σε βαθμούς Kelvin

Είναι φανερό από την παραπάνω εξίσωση, όπως και με όλα τα συστήματα ψύξης με εξάτμιση, ότι η αντλία θερμότητας λειτουργεί αποδοτικότερα όταν λειτουργεί με χαμηλή θερμοκρασία συμπυκνωτή και υψηλότερη θερμοκρασία εξατμιστή.

Κατ' αυτόν τον τρόπο υπολογίζουμε τον θεωρητικό συντελεστή απόδοσης για τις εκάστοτε θερμοκρασίες εξατμιστή και συμπυκνωτή. Στην πραγματικότητα όμως, οι υπολογισμοί αυτοί αποκλίνουν για τους εξής λόγους:

1. Η πραγματική θερμοκρασιακή διαφορά λειτουργίας μεταξύ εξατμιστή και συμπυκνωτή διαφοροποιείται, λόγω των θερμικών απωλειών των σωλήνων.
2. Ο ιδανικός κύκλος πίεσης ατμών απαιτεί σταθερή θερμοκρασία συμπύκνωσης και διαστολή η οποία δεν μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη.
3. Η ισχύς που απορροφά ο ανεμιστήρας για την διοχέτευση αέρα στην επιφάνεια του συμπυκνωτή αντιπροσωπεύει το 10% της συνολικά απαιτούμενης ενέργειας για τη διατήρηση της διαδικασίας.

4. Οι απώλειες τριβής στο συμπιεστή αντιπροσωπεύουν το 10 – 15% της απαιτούμενης ισχύος λειτουργίας του συμπιεστή.
5. Ο βαθμός απόδοσης πέφτει καθώς μειώνεται η εξωτερική θερμοκρασία. Στην πράξη, ένας μέσος θεωρητικός βαθμός απόδοσης κατά την διάρκεια του χειμώνα θα είναι περίπου 2,5, δηλαδή για κάθε 1 KW καταναλώμενης ενέργειας θα έχουμε, θα έχουμε 2,5 KW θερμικής ενέργειας.

Από όλα τα παραπάνω καταλήγουμε στη σχέση υπολογισμού του πραγματικού συντελεστή απόδοσης:

$$\text{COP}_{(\text{act})} = \frac{\text{ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ (W)}}{\text{ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ+ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W)}}$$

2.1.2 Επιλογή αντλίας θερμότητας

Κύριο λόγο στην επιλογή του τύπου και του μεγέθους μιας αντλίας θερμότητας, έχουν οι κλιματολογικές συνθήκες.

Σε μια αυτόνομη μονάδα το εσωτερικό στοιχείο βρίσκεται στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα ο COP να είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο μιας διαιρούμενης μονάδας. Για το λόγο αυτό, στις βόρειες περιοχές, όπου η θερμοκρασία τον χειμώνα είναι πολύ χαμηλή, είναι προτιμότερη η χρήση αντλιών θερμότητας διαιρούμενου τύπου.

2.1.3 Διάκριση αντλιών θερμότητας

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 ακόλουθες κατηγορίες:

Αέρα – Αέρα: Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος και ευρέως διαδεδομένος στο εμπόριο. Υπάρχουν δύο τύποι κύκλου αέρα – αέρα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1. Έτσι έχουμε αυτόν στον οποίο η εναλλαγή λειτουργίας από ψύξη σε θέρμανση γίνεται μέσω αλλαγής της ροής του ψυκτικού υγρού με τη βοήθεια τετράοδης βαλβίδας, οπότε έχουμε την εναλλαγή των ρόλων συμπυκνωτή και εξατμιστή. Υπάρχει όμως και αυτός ο τύπος στον οποίο εναλλάσσεται η διεύθυνση 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 χρήση τετράοδης βαλβίδας.

Νερού – Νερού: Συνήθως η αντιστροφή λειτουργίας γίνεται μέσω τετράοδης βαλβίδας στον κύκλο του ψυκτικού υγρού. Είναι όμως και εδώ πιο απλό και πρακτικό να γίνει η αντιστροφή με εναλλαγή του κύκλου του νερού, όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διάγραμμα του Πίνακα 2.1.

Νερού – Αέρα: Η πηγή (ή ο αποδέκτης θερμότητας) 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 θαμένο 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 στην μεταφορά θερμότητας, όσο και τον αριθμό των επισκευών που θα χρειαστούν κατά τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος.

Στην Ελλάδα οι πιο συνηθισμένοι είναι οι τύποι αέρα – αέρα και αέρα – νερού, αφ' ενός γιατί αυτοί οι δύο τύποι έχουν το χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, αφ' ετέρου λόγω ελλείψεως ποτάμιων νερών σε κατοικημένες περιοχές.

Ανάλογα με το είδος της **κινητήριας μηχανής**, κατατάσσονται σε δύο είδη: αντλίες θερμότητας με ηλεκτροκινούμενους συμπιεστές και αντλίες θερμότητας των οποίων οι συμπιεστές κινούνται από μηχανές εσωτερικής κάυσης (πετρέλαιο, ατμό, αέριο). Στη δεύτερη περίπτωση, η θερμότητα από την ψύξη της μηχανής, καθώς και η θερμότητα των καυσαερίων, μέσω συστήματος εναλλακτών, δεν απορρίπτεται στο εξωτερικό περιβάλλον, αλλά αποδίδεται στον προς θέρμανση χώρο. Έτσι, εκτός της θερμότητας που αντλεί ο συμπιεστής και που αποβάλλεται για θέρμανση, προστίθεται και η θερμότητα από την ψύξη της μηχανής και τα καυσαέρια με αποτέλεσμα να έχουν ένα πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης.

Ανάλογα με την θέση των διαφόρων μηχανισμών των αντλιών θερμότητας, τις διακρίνουμε σε:

- **Ενιαίες ή αυτόνομες** (compact ή self – contained): Όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος.
- **Διαιρούμενες** (split): Όπου ο συμπυκνωτής είναι ανεξάρτητος του υπόλοιπου συστήματος.

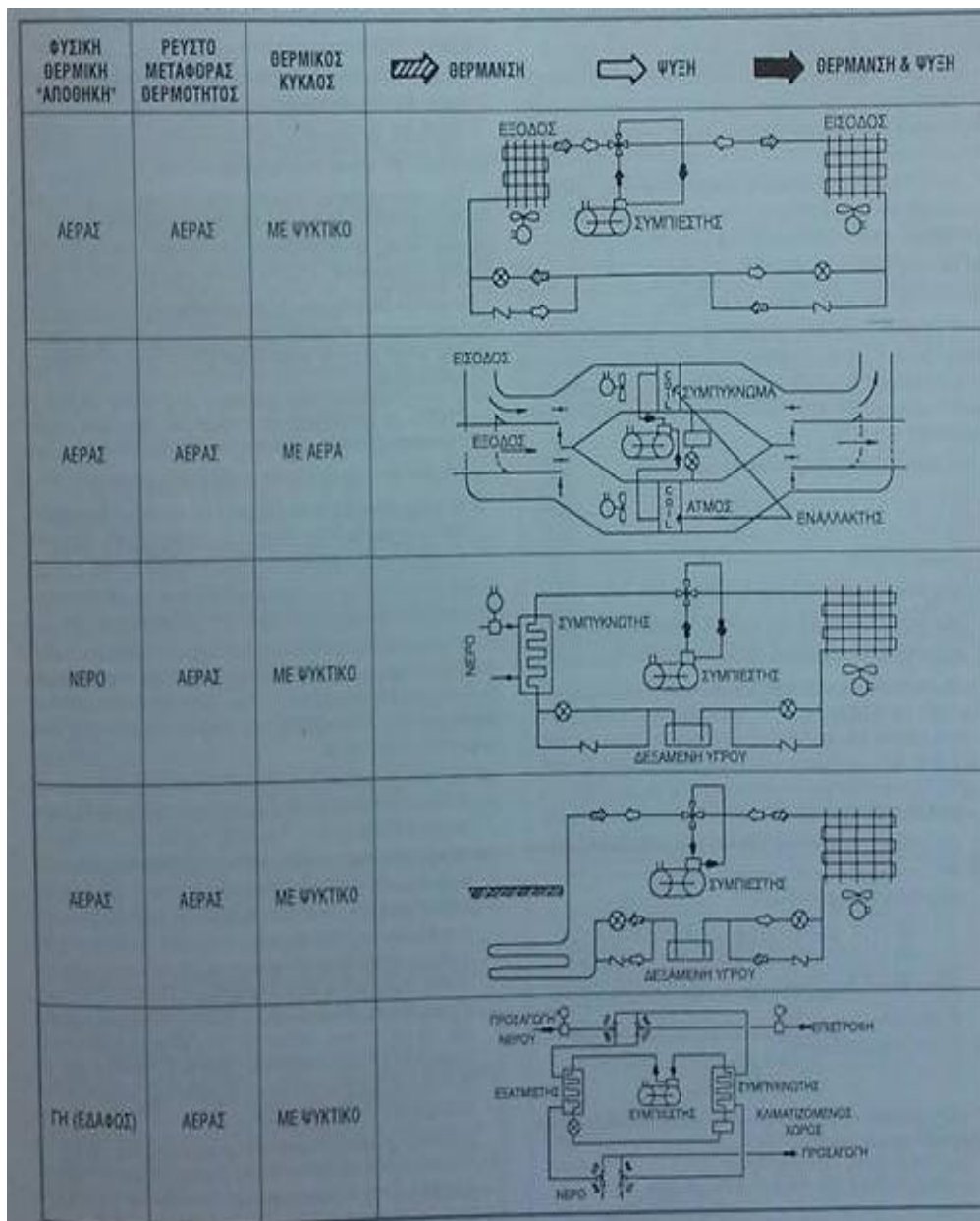
Ανάλογα με τον τρόπο αναστροφής της λειτουργίας τους (ψυκτικός - θερμικός κύκλος), οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- **Σταθερού κυκλώματος ψυκτικού μέσου:** Η ροή του ψυκτικού μέσου διατηρείται σταθερή και αλλάζει η θέση των μέσων προσαγωγής ή απαγωγής της θερμότητας.
- **Μεταβλητού κυκλώματος ψυκτικού μέσου:** Γίνεται αναστροφή της ροής του ψυκτικού υγρού.

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

- **Κλειστού κύκλου συμπιεσμένου ατμού**
- **Κύκλου μηχανικής ανασυμπιέσεως ατμού με εναλλάκτη θερμότητας**
- **Ανοικτού κύκλου ανασυμπιέσεως ατμού**
- **Οδηγούμενης απορριπτόμενης θερμότητας** από κύκλο Rankine.

Πίνακας 2.1: Συνήθεις τύποι αντλιών θερμότητας και ενδεικτικά διαγράμματα λειτουργίας.



2.1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αντλιών θερμότητας

Το κόστος λειτουργίας των αντλιών θερμότητας εξαρτάται μόνο από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις το κόστος αυτό είναι χαμηλότερο από το κόστος λειτουργίας και συντήρησης μικρής εγκατάστασης κλασσικού συστήματος κεντρικής θέρμανσης.

Η αντλία θερμότητας, εκμεταλλεύομενη ποσά θερμότητας του φυσικού περιβάλλοντος, δίνει συχνά μια πολύ οικονομική λύση για τον κλιματισμό μιας κατοικίας. Ακόμη:

- Δεν συμβάλλει στη ρύπανση του περιβάλλοντος.

- Η εγκατάσταση δεν απαιτεί μεγάλους χώρους.
- Έχει την ικανότητα να θερμαίνει ή να ψύχει έναν χώρο ανάλογα με τις απαιτήσεις του καταναλωτή.
- Για ήπια κλίματα, όπως αυτό της Ελλάδας, παρουσιάζει υψηλό συντελεστή απόδοσης (COP).
Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι αντλίες θερμότητας:
- Το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι υψηλό.
- Ο συντελεστής απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας μειώνεται κατά πολύ σε περιόδους που οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος είναι μεγάλες. Έτσι ενώ ο ονομαστικός βαθμός απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας είναι συνήθως 3,25 για 10 °C στο εξωτερικό περιβάλλον και 21 °C στο εσωτερικό, ο βαθμός αυτός πέφτει κάτω από 1,5 όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι κάτω από τους -6 °C. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται αντιστάσεις θερμάνσεως οι οποίες θα καλύψουν το επιπλέον φορτίο.

Ανάλογα με την απαραίτητη ισχύ που θα πρέπει να καταναλώνεται στις αντιστάσεις, προκύπτει το τελικό συμπέρασμα για την οικονομικότητα ή όχι των αντλιών θερμότητας σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Ένας τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού, είναι να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική πηγή θερμότητας το νερό ή το έδαφος, όπου η θερμοκρασία δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου. Το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης όμως αυξάνει κατά πολύ σε αυτές τις περιπτώσεις.

Οι αντλίες θερμότητας από οικονομοτεχνικής απόψεως γίνονται εξαιρετικά ανταγωνιστικές, όταν παράλληλα με τη θέρμανση το χειμώνα απαιτείται και ψύξη το καλοκαίρι και η διάχυτη θερμοκρασιακή κατάσταση (στο φυσικό περιβάλλον) έχει ευνοϊκά χαρακτηριστικά για την αποδοτική άντληση θερμότητας.

Γενικώς, η οικονομική σύγκριση των αντλιών θερμότητας με οποιοδήποτε άλλο σύστημα που εκμεταλλεύεται διαφορετικές πηγές ενέργειας, θα πρέπει να προηγείται σε κάθε μελέτη.

2.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.2.1 Φυσικό αέριο και περιβάλλον, γενικά χαρακτηριστικά

Όπως ήδη αναφέραμε το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η αυξανόμενη σημασία του φαινομένου του θερμοκηπίου, η καταστροφή των δασών, έχουν καταστήσει την προστασία του περιβάλλοντος μείζονος σημασίας θέμα. Μια και βασική αιτία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελεί η χρήση καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Για τους λόγους αυτούς είναι αναγκαίο οι ενεργειακές επιλογές να συνδυάζουν την ανάπτυξη με την περιβαλλοντική προστασία.

Το φυσικό αέριο, συγκριτικά με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα, αποτελεί την πιο καθαρή με τους χαμηλότερους ρύπους επιλογή. Η καύση του παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (177 g/KWh), συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεν περιέχει ενώσεις θείου που ρυπαίνουν το περιβάλλον και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής. Και τέλος, η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια, περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Πιο συγκεκριμένα δίνονται στον παρακάτω πίνακα οι ρύποι που εκπέμπονται κατά την καύση του (σε g ρύπου ανά kWh εισαγόμενης θερμότητας καυσίμου).

Τύπος καυσίμου	Διοξείδιο του άνθρακα	Διοξείδιο του θείου	Μονοξείδιο του άνθρακα	Μονοξείδιο του αζώτου	Υδρογονάνθρακες	σωματίδια
Φυσικό αέριο	177	0,000	0,022	0,137	0,005	0,007

Πίνακας 3.1: Εκπεμπόμενοι ρύποι κατά την καύση του φυσικού αερίου (Πηγή: Φυσικό αέριο Αττικής).

Το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με σχετική πυκνότητα 0,55. Σε περίπτωση διαρροής, διαχέεται και διαφεύγει άμεσα προς την ατμόσφαιρα. Είναι άοσμο, αλλά κατά την μεταφορά του προστίθεται μια εισική ουσία με χαρακτηριστική οσμή ώστε να ανιχνεύεται σε περίπτωση διαφυγής. Τα όρια ανάφλεξης του φυσικού αερίου είναι 4,5% - 15%, δηλαδή η καύση δεν μπορεί να συντηρηθεί εάν η περιεκτικότητα του αέρα σε φυσικό αέριο είναι εκτός αυτών των ορίων. Λόγω της σύστασής του κατά την καύση έχει χαμηλότερη εκπομπή ρύπων από τα συμβατικά καύσιμα και επίσης. εφόσον δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα, δεν είναι τοξικό.

Η Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη (δηλ. η ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση 1 Nm³ φυσικού αερίου όταν στα προϊόντα καύσης το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση) δεν είναι σταθερή καθώς εξαρτάται από τη σύσταση του φυσικού αερίου και υπολογίζεται κάθε μήνα από την ΔΕΠΑ σύμφωνα με μετρήσεις που γίνονται στους σταθμούς παραλαβής. Μία μέση τιμή ΑΔΘ είναι 11,5 kWh/Nm³. Αντίστοιχα ως Κατωτέρα Θερμογόνος Δύναμη (δηλ. η ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση 1 Nm³ φυσικού αερίου όταν στα προϊόντα καύσης το νερό βρίσκεται σε αέρια κατάσταση δηλαδή σε μορφή υδρατμών και οπότε έχει απορροφήσει ενέργεια) είναι περίπου 10% χαμηλότερη από την ΑΘΔ. Μία μέση τιμή της ΚΘΔ είναι 10,4 kWh/Nm³.

2.2.2 Στοιχεία εγκατάστασης

Γενικά οι εγκαταστάσεις αερίου και τα μέρη του πρέπει να σχεδιάζονται και να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι βασικές απαιτήσεις (ΠΔ 334/1994 Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την οδηγία 89/106/ΕΟΚ ή την ΚΥΑ 15233/91), έτσι ώστε να εξασφαλίζεται μια οικονομικώς αποδεκτή διάρκεια ζωής της εγκατάστασης. Επιπλέον οι εγκαταστάσεις πρέπει να αντέχουν στις περιβαλλοντικές συνθήκες, ώστε να διατηρούν την ικανότητα ασφαλούς λειτουργίας και χρήσης με την προϋπόθεση προβλεπτών ενεργειών επί των κτιρίων.

Αυτό που πρέπει να προσέξει ιδιαίτερα κανείς σε μία εγκατάσταση φυσικού αερίου, είναι όλα τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται όπως σωλήνες, αγωγοί, φρεάτια, υλικά των συνδέσεων, διάφορα εξαρτήματα κ.α. να είναι κατάλληλα για την χρήση αερίου. Πρέπει να έχουν επάρκεια μηχανικής αντοχής και ευστάθιας και να διαθέτουν επαρκή πυραντίσταση και καθορισμένες επιδόσεις στις αντιδράσεις τους στη φωτιά, έτσι ώστε να περιορίζεται ο κίνδυνος δημιουργίας και εξάπλωσης φωτιά και καπνού στο εσωτερικό του έργου.

Με τον όρο εσωτερική εγκατάσταση του αερίου αναφερόμαστε στο σύνολο των σωληνώσεων, οργάνων, συσκευών, φρεατίων, δομικών στοιχείων και λοιπών εξαρτημάτων μετά το σημείο παράδοσης – παραλαβής, μέχρι την έξοδο της εγκατάστασης απαγωγής καυσαερίων.

2.2.2.α Εγκατάσταση σωληνώσεων

Εγκατάσταση ή δίκτυο σωληνώσεων είναι το σύνολο των εσωτερικών και εξωτερικών τμημάτων των σωληνώσεων της εσωτερικής εγκατάστασης και αποτελείται από:

- Κύρια αποφρακτική διάταξη: διάταξη που τοποθετείται στον αγωγό τροφοδοσίας του καταναλωτή και είναι προορισμένη να αποφράσσει την τροφοδοσία με αέριο.
- Κεντρική αποφρακτική διάταξη: διάταξη που τοποθετείται στον αγωγό τροφοδοσίας του καταναλωτή. Ανήκει στην εταιρία αερίου και βρίσκεται εκτός του κτιρίου.
- Μονωτικό στοιχείο: στοιχείο για τη διακοπή της διαμήκου ηλεκτρικής αγωγιμότητας μιας σωλήνωσης.
- Ρυθμιστής πίεσης: συσκευή που ρυθμίζει την πίεση σε σταθερή τιμή στο τμήμα της εγκατάστασης σωληνώσεων που ακολουθεί.
- Θερμικά ενεργοποιούμενη αποφρακτική διάταξη ή βαλβίδα πυροπροστασίας: επιφέρει τη φραγή ροής αερίου, όταν η θερμοκρασία αυτού του στοιχείου υπερβεί προκαθορισμένη τιμή.
- Αγωγός τροφοδοσίας: τμήμα αγωγού μεταξύ της εξόδου από το σημείο παράδοσης – παραλαβής (σύνδεσης) και του αγωγού εσωτερικής διακλάδωσης.
- Αγωγός εσωτερικής διακλάδωσης: τμήμα αγωγού το οποίο οδηγεί από τον αγωγό τροφοδοσίας στη διάταξη σύνδεσης με τη συσκευή και το οποίο χρησιμεύει για την τροφοδοσία συσκευής αερίου.
- Αγωγός σύνδεσης συσκευής: τμήμα αγωγού από το εξάρτημα σύνδεσης με τη συσκευή μέχρι τη σύνδεση στη συσκευή αερίου.
- Φλαντζωτή σύνδεση: σύνδεση στην οποία η στεγανότητα του αερίου επιτυγχάνεται με τη συμπίεση παρεμβύσματος ευρισκόμενου μεταξύ των προσώπων δύο φλαντζών.
- Κιοχλιωτή σύνδεση: σύνδεση στην οποία η στεγανότητα του αερίου επιτυγχάνεται με την επαφή μέταλλο με μέταλλο εντός σπειρωμάτων με τη βοήθεια στεγανοποιητικού υλικού.
- Μηχανική σύνδεση: η στεγανότητα επιτυγχάνεται με συμπίεση.
- Αγωγός ασφαλείας: αγωγός συνδεδεμένος με όργανο ή συσκευή για να απάγει αέριο στο ύπεθρο μόνον στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Διάταξη έκπλυσης: βοηθητική διάταξη που χρησιμοποιείται για την αδρανοποίηση ή την εγκατάσταση δικτύου σωληνώσεων.
- Παροχετευτικός αγωγός: τμήμα της σωλήνωσης από τον κεντρικό αγωγό διανομής μέχρι το σημείο σύνδεσης.
- Προστατευτικός σωλήνας: ένα τμήμα σωλήνα μέσα από τον οποίο διέρχεται αγωγός αερίου.
- Σιφώνιο: εξάρτημα αποστράγγισης συνδεδεμένο στο χαμηλότερο τμήμα μιας σωλήνωσης.

- Γείωση: η διάταξη η οποία εξασφαλίζει ότι τα μεταλλικά μέρη των σγωγών αερίου και τα άλλα μεταλλικά μέρη του κτιρίου βρίσκονται υπό το ίδιο ηλεκτρικό δυναμικό.
- Βαλβίδα σεισμικής προστασίας: αυτόματη αποφρακτική διάταξη, η οποία σε περίπτωση σοβαρής σεισμικής διαταραχής διακόπτει την παροχή αερίου.

2.2.2.β Συσσκευές αερίου

Οι συσκευές αερίων διακρίνονται ανάλογα με την τροφοδοσία του αέρα καύσης και την απαγωγή καυσαερίων σε τύπο Α,Β,С και ανάλογα με την δυνατότητα χρήσης για λειτουργία με αέρια σε κατηγορίες I, II, III (σύμφωνα με την Απόφαση Αριθ. Δ3/Α/11346). Μια ακόμα κατηγοριοποίηση γίνεται ανάλογα με τον σκοπό χρήσης τους. Η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει τις εξής συσκευές αερίου για θέρμανση:

- Θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας: συσκευή αερίου, στην οποία θερμαίνεται διαρρέον προς χρήση νερό και νερό θέρμανσης το οποίο ανακυκλοφορεί.
- Λέβητας αερίου και θερμαντήρας νερού ανακυκλοφορίας: συσκευές στις οποίες θερμαίνεται το νερό θέρμανσης το οποίο ανακυκλοφορεί μέσα σε σωληνώσεις.
- Θερμαντήρας χώρου: συσκευή αερίου που αποδίδει θερμότητα μέσω θερμαντικών επιφανειών άμεσα στο χώρο.
- Αερολέβητας αερίου: θέρμανση χώρων με φορέα θερμότητας τον αέρα.
- Αντλία θερμότητας αερίου: θέρμανση χώρου ή θέρμανση νερού χρήσης στην οποία εμεταλλευόμαστε την αισθητή θερμότητα των καυσαερίων και επιπλέον μέρος ή όλη την ενθαλπία συμπύκνωσης του υδρατμού που περιέχεται στα καυσαέρια.

Σε συνεργασία με τους παραπάνω λέβητες αερίου διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες καυστήρων:

- Καυστήρας αερίου
- Ατμοσφαιρικός καυστήρας
- Πιεστικός καυστήρας.

2.2.2.γ. Χώροι εγκατάστασης συσκευών αερίου

Χώρος εγκατάστασης, είναι ο χώρος μέσα στον οποίο εγκαθίστανται οι συσκευές αερίου. Εξαρτάται από την συνολική ονομαστική θερμική ισχύ των εγκατεστημένων συσκευών αερίου και λοιπών συσκευών καύσης και και διαφοροποιείται για τιμές ισχύος έως 35 KW και από 35 – 50 KW. Για θερμική ισχύ από 50 KW και άνω ορίζεται ως ιδιαίτερος χώρος εγκατάστασης το λεβητοστάσιο, για το οποίο τίθενται ιδιαίτερες κτιριοδομικές απαιτήσεις.

2.2.2.δ Αερισμός χώρου

Σε κάθε εγκατάσταση αερίου είναι απαραίτητη η πρόβλεψη για αερισμό, για απομάκρυνση του αέρα ενός χώρου και η αντικατάστασή του με νωπό αέρα από το ύπεθρο. Ο αερισμός μπορεί να είναι είτε άμεσος (απ' ευθείας από το περιβάλλον) ή

έμμεσος (μόνιμος αερισμός που επιτυγχάνεται μέσω γειτονικών χώρων). Ο αερισμός ενός κτιρίου μπορεί να περιλαμβάνει:

- Θυρίδα αερισμού: ρυθμιζόμενη διάταξη, η οποία προορίζεται να επιτρέπει συνεχώς την είσοδο του αέρα.
- Μηχανικός αερισμός: μόνιμος αερισμός που επιτυγχάνεται μέσω μηχανικής εγκατάστασης, η οποία περιλαμβάνει αεραγωγούς και ανεμιστήρα.
- Εξωτερικούς αρμούς: αεροδιαπερατές συναρμογές παραθύρων και θυρών ενός χώρου άμεσα προς το ύπεθρο. Υπάρχουν ακόμα και σε θύρες και παράθυρα με ιδιαίτερη στεγανότητα.
- Στοιχείο διέλευσης εξωτερικού αέρα: διάταξη η οποία μπορεί να είναι είτε μέρος του παραθύρου είτε ένα πρόσθετο ιδιαίτερο στοιχείο. Χρησιμεύει στον αερισμό χώρων και στη σύγχρονη είσοδο εξωτερικού αέρα για μερική τροφοδοσία με αέρα καύσης συσκευών αερίου στο χώρο.
- Χώρος φυσικού αερισμού: χώρος με τουλάχιστον ένα παράθυρο, το οποίο μπορεί να ανοιχθεί ή μια πόρτα προς το ύπαιθρο, στον οποίο προσάγεται αέρας καύσης μέσω εξωτερικών αρμών.

2.2.2.ε Απαγωγή καυσαερίων

Η εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων συσκευών καύσης αερίων είναι η διάταξη για την απαγωγή τους προς το ύπαιθρο. Αποτελείται από το στοιχείο σύνδεσης (καπναγωγός) και την καπνοδόχο ή ένα ιδιαίτερο αγωγό καυσαερίων και ενδεχομένως ένα φρεάτιο απαγωγής. Η καπνοδόχος που είναι ένας αγωγός κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής, προορίζεται αποκλειστικά για την απαγωγή των καυσαερίων των συσκευών. Μπορεί να διέρχεται εντός ή εκτός του κτιρίου και καταλήγει επάνω από το δώμα ή τη στέγη προς το ύπαιθρο.

2.3 ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

2.3.1 Θερμαντικά σώματα Panel

Τα κοινά σώματα πάνελ είναι οι τοπικές συσκευές που τροφοδοτούνται με ζεστό νερό και αποδίδουν θερμότητα στο χώρο. Τροφοδοτούνται με θερμό νερό σχετικά υψηλής θερμοκρασίας (π.χ 70 - 90 °C) και αποκτούν τη μέση θερμοκρασία στην επιφάνειά τους ($t_m = 65 - 70$ °C) η οποία διαφέρει κατά 45 – 65 °C από την θερμοκρασία του αέρα και των αντικειμένων του θερμαινόμενου χώρου. Η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά είναι η αιτία της ροής ποσοτήτων θερμότητας με αγωγή και ακτινοβολία από το θερμαντικό προς τον περιβάλλοντα χώρο.

Εικόνα 2.1: Τύπος θερμαντικού σώματος



2.3.2 Fancoils

Τα fancoils είναι τερματικές μονάδες νερού με εξαναγκασμένη λειτουργία αέρα και χρησιμοποιούνται για θέρμανση, ψύξη και αφύγρανση εσωτερικών χώρων κατοικιών και γραφείων. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλο το χρόνο. Εξασφαλίζουν ομοιόμορφη θερμοκρασία σε όλους τους χώρους, συνεχή καθαρισμό του εσωτερικού αέρα και έχουν πολύ χαμηλά επίπεδα θορύβου. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης (οικιακής, εμπορικής, βιομηχανικής) διατίθενται σε διάφορες εκδόσεις (δαπέδου, οροφής, τοίχου και κασέτας), εμφανή ή εντοιχισμένα αναλόγως τον τύπο. Ο έλεγχος τους γίνεται από μια μεγάλη σειρά μηχανικών ή ηλεκτρονικών χειριστηρίων και θερμοστατών. Σε ένα κεντρικό σύστημα με fan coils, παρέχεται η δυνατότητα αυτονομίας ανά κλιματιζόμενο χώρο. Για κάθε μονάδα κυκλοφορίας αέρα ελέγχεται η ταχύτητα προσαγωγής του αέρα, η On/Off λειτουργία και η θερμοκρασία του εκάστοτε χώρου.

Εικόνα 2.2: Διάφοροι τύποι fancoil





Fan-coil Κασέτας



Fan-coil Υψηλής Στατικής

3.ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Το υπό μελέτη κτίριο είναι συνολικής επιφάνειας 206 m² και χωρίζεται σε τρεις ιδιοκτησίες. Στο πρώτο σενάριο, εξάγονται αποτελέσματα που προκύπτουν από την σύγκριση εγκατάστασης θέρμανσης με λέβητα Φυσικού Αερίου και με αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών χρησιμοποιώντας και στις δύο περιπτώσεις συμβατικά σώματα καλοριφέρ. Η ψύξη θα γίνει με μονάδες air-condition (split units). Στο δεύτερο σενάριο, παίρνουμε την περίπτωση λέβητα Φυσικού Αερίου με σώματα καλοριφέρ και ψύξη από κλιματιστικές μονάδες και την συγκρίνουμε με εγκατάσταση θέρμανσης Αντλίας Θερμότητας με fan coils σαν ένα ολοκληρωμένο σύστημα θέρμανσης – ψύξης.

Και στις δύο περιπτώσεις εξετάζουμε την ενεργειακή κατανάλωση που προκύπτει και συγκρίνουμε το κόστος λαμβάνοντας υπόψιν το αρχικό κόστος της εγκατάστασης και την κατανάλωση σε βάθος χρόνου βάσει των τιμολογίων που ισχύουν για το Φυσικό Αέριο και για το ηλεκτρικό ρεύμα στην Ελλάδα. Τα σχέδια και όλοι οι υπολογισμοί θερμικών και ψυκτικών φορτίων έγιναν με το πρόγραμμα Fine της 4M.

3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

3.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία EN 12831.

3.1.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Με βάση το EN 12831, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

α) Απώλειες θερμοπερατότητας Φ_T , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ).

β) Απώλειες λόγω προσαυξήσεων.

γ) Απώλειες αερισμού χώρου Φ_V .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})(\theta_{int,i} + \theta_e)$$

Όπου:

$H_{T,ie}$, = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο εξωτερικό περιβάλλον (e), μέσω της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας σε W/K.

$H_{T,iue}$, = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i), στο εξωτερικό περιβάλλον (e), μέσω του μη θερμαινόμενου χώρου (u) σε W/K.

$H_{T,ig}$, = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης σε σταθερή κατάσταση μέσω του εδάφους, από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g) σε W/K.

$H_{T, ij}$, = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) σε έναν παρακείμενο θερμαινόμενο χώρο (j), με μια σημαντική διαφορά θερμοκρασίας σε W/K .

$\theta_{int,i}$ = εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε °C η οποία έχει τις ενδεικτικές τιμές του πίνακα 5.1.

θ_e = εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε °C σύμφωνα με τον πίνακα 5.2

Πίνακας 5.1: Τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού για χώρους κτιρίων.

Τύπος κτιρίου / χώρου	$\theta_{int,i}$ °C
Γραφείο	20
Αίθουσα συνεδριάσεων	20
Καφετέρια/εστιατόριο	20
Αίθουσα διδασκαλίας	20
Βρεφικός σταθμός	20
Πολυκαταστήματα	16
Κατοικία	20
Λουτρό	24
Εκκλησία	15
Μουσείο/Πινακοθήκη	16

Πίνακας 2.5: Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού.

Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες Ελληνικων πόλεων							
Αγρίνιο	-3	Θήρα	-3	Λάρισα	-6	Πτολεμαΐς	12
Αθήνα	0	Ιεράπετρα	+4	Λευκάδα	0	Πύργος	-1
Αστεροσκο	+1	Ιωαννινα	-6	Λήμνος	0	Ρέθυμνο	+3
Αίγιο	0	Καβάλλα	-8	Μέγαρα	0	Σέρρες	-9
Αλεξανδρουπ	-7	Καλάβρυτα	-6	Μεθώνη	+1	Σητεία	+4
Αλιάρτος	-2	Καλαμάτα	-1	Μεσολόγγι	-2	Σκύρος	+2
Ανάβρυτα	-2	Καλαμπάκα	-6	Μήλος	+3	Σουφλί	-10
Αργοστόλι	-1	Κάρπαθος	+5	Μυτιλήνη	+2	Σπάρτη	0
Αρτα	-2	Κάρυστος	+1	Νάξος	+4	Σταυρός Χαλκιδ	-7
Βόλος	-3	Κατερίνη	-5	Ναύπλιο	0	Σύρος	+3
Δράμα	-8	Κέρκυρα	0	Νέα Φιλαδέλ.	0	Τανάγρα	0
Εδεσσα	-7	Κοζάνη	-10	Αττικής	0	Τρίκαλα	-6
Ελευσίς	0	Κομοτηνή	-7	Ξάνθη	-8	Φλώρινα	-11
Ελληνικό Αττ	-2	Κόνιτσα	-6	Ορεστιάς	-9	Χαλκίδα	+2
Ζάκυνθος	-2	Κόρινθος	-1	Παλαιοχώρα	+5	Χανιά	+3
Ηράκλειο	-3	Κύθηρα	+4	Πάτρα	-1	Χίος	+3
Θάσος	-6	Κυμη	0	Πειραιάς	+2	Θεσσαλονίκη	-5
Κως	-3	Πολύγυρος	-8	Μίκρα	-5	Λαμία	-4
Πρέβεζα	0						

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο εξωτερικό περιβάλλον (e), δίνεται από την εξίσωση:

$$H_{T, ie} = \sum_k A_k U_k e_k + \sum_i \Psi_i I_i e_i$$

(οφείλεται σε όλα τα δομικά στοιχεία και τις γραμμικές θερμογέφυρες που χωρίζουν το θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον π.χ. τοίχοι, πατώματα, εξωτερικές οροφές, παράθυρα.) όπου:

A_k = εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) σε m^2

e_k, e_i = διορθωτικοί παράγοντες για το εξωτερικό δομικό στοιχείο που λαμβάνει υπόψη τις κλιματικές επιρροές όπως διαφορετική μόνωση, απορρόφηση υγρασίας των δομικών στοιχείων, ταχύτητα αέρα και θερμοκρασία, υπό τον όρο ότι αυτές οι επιρροές δεν έχουν ληφθεί ήδη στον προσδιορισμό των συντελεστών U_k . Σε περίπτωση που οι παράγοντες e_k και e_i δεν καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα μπορούν να τεθούν ίσοι με τη μονάδα.

Ψ_i = γραμμική θερμική μετάδοση της γραμμικής θερμογέφυρας σε W/mK και υπολογίζεται από: Πίνακες των EN ISO 14683 (για ολόκληρο) το κτίριο και όχι για προσέγγιση από δωμάτιο σε δωμάτιο) και EN ISO 10221-2. Οι μη γραμμικές θερμογέφυρες δεν λαμβάνονται υπόψη σε αυτόν τον υπολογισμό.

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i), στο εξωτερικό περιβάλλον (e) μέσω μη θερμαινόμενου χώρου (u) προκύπτει ως εξής:

$$H_{T, iue} = \sum_k A_k U_k b_u + \sum_i \Psi_i I_i b_u$$

Όπου:

b_u = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του μη θερμαινόμενου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού. Ο παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας b_u μπορεί να καθοριστεί με μια από τις ακόλουθες τρεις μεθόδους:

i. Εάν η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου a_u σε συνθήκες σχεδιασμού είναι δεδομένη ή υπολογίζεται η b_u δίνεται από: $b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e}$

ii. Εάν η a_u είναι άγνωστη, τότε η b_u δίνεται από: $b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} - H_{ue}}$, όπου:

H_{iu} = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στον μη θερμαινόμενο χώρο (u) σε W/K , που λαμβάνει υπόψη τις απώλειες θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο στον μη θερμαινόμενο και τις απώλειες θερμότητας αερισμού (ποσότητα ροής αέρα μεταξύ του θερμαινόμενου χώρου και του μη θερμαινόμενου χώρου).

H_{ue} = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον μη θερμαινόμενο χώρο (u) στο εξωτερικό περιβάλλον (e) σε W/K , που λαμβάνει υπόψη : τις απώλειες θερμικής μετάδοσης (στο εξωτερικό περιβάλλον και στο έδαφος) αλλά και τις απώλειες θερμότητας αερισμού (μεταξύ του μη θερμαινόμενου χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος).

iii. Ελλείψει τιμών από εθνικά πρότυπα, η προκαθορισμένες τιμές δίνονται από τον πίνακα 3.3

Πίνακας 3.3: Τιμές για τον παράγοντα μείωσης της θερμοκρασίας.

Μη θερμαινόμενος χώρος	bu
Δωμάτιο	
Με ένα μόνο εξωτερικό τοίχο	0.4
Με δυο τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους χωρίς εξωτερικές πόρτες	0.5
Με δυο τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους με εξωτερικές πόρτες (π.χ. χώλ, γκαράζ)	0.6
Με τρεις τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους (π.χ. εξωτερική σκάλα)	0.8
Υπόγειο	
Χωρίς παράθυρα / εξωτερικές πόρτες	0.5
Με παράθυρα / εξωτερικές πόρτες	0.8
Χώρος στέγης	
Υψηλός ρυθμός αερισμού του χώρου στέγης (π.χ. στέγες με κεραμίδια ή άλλα υλικά που δίνουν ασυνεχή κάλυψη)	1.0
Άλλη μη μονωμένη στέγη	0.9
Μονωμένη στέγη	0.7
Περιοχές εσωτερικής κυκλοφορίας (χωρίς εξωτερικούς τοίχους, ανανέωση αέρα μικρότερη από 0,5 - 1 h)	0
Περιοχές ελεύθερης κυκλοφορίας αέρα (περιοχή με ανοίγματα/όγκος του χώρου μεγαλύτερος από 0,005m ² /m ³)	1.0
Suspended floor (πάτωμα πάνω από το υπόγειο)	0.8

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης σε σταθερή κατάσταση μέσω του εδάφους από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g) δίνεται ως ένα γινόμενο:

$$H_{T, ig} = f_{g1} f_{g2} (\sum_k A_k U_{equiv,k}) G_w$$

Ο ρυθμός απώλειας θερμότητας μέσω των πατωμάτων και των τοίχων του υπογείου άμεσα ή έμμεσα σε επαφή με το έδαφος, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Αυτοί περιλαμβάνουν την επιφάνεια και την εκτεθειμένη περίμετρο της πλάκας του πατώματος, το βάθος ενός πατώματος υπογείου κάτω από το επίπεδο του εδάφους και τις θερμικές ιδιότητες του εδάφους, όπου:

f_{g1} = διορθωτικός παράγοντας που λαμβάνει υπόψη την επιρροή από την ετήσια μεταβολή της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ελλείψει Εθνικών τιμών ο παράγοντας αυτός παίρνει την τιμή $f_{g1} = 1.45$.

f_{g2} = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά μεταξύ της ετήσιας μέσης διαφοράς θερμοκρασίας (q_{me}) και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού (q_e) και δίνεται από: $f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$

A_k = το εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) σε επαφή με το έδαφος σε m².

$U_{equiv,k}$ = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) σε W/m²K που καθορίζεται σύμφωνα με τον τύπο του πατώματος.

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) σε ένα γειτονικό θερμαινόμενο χώρο (j) προκύπτει τελικά:

$$H_{T, ij} = \sum_k f_{ij} A_k U_k$$

Όπου:

f_{ij} = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά θερμοκρασίας του παρακείμενου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού ως εξής: $f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{adjustmentspace}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$

Όπου: $\theta_{adjustmentspace}$ = θερμοκρασία των παρακείμενων χώρων με τιμές από τον πίνακα 2.11

A_k = εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) 2 m .

U_k = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) σε 2 W/mK.

Πίνακας 3.4: Θερμοκρασία των παρακείμενων θερμαινόμενων χώρων.

Θερμότητα που μεταφέρεται από θερμαινόμενο χώρο (i) σε:	$\theta_{adjacentspace}$ °C
Παρακείμενο δωμάτιο στο ίδιο κτίριο	$\theta_{adjacentspace}$ πρέπει να διευκρινιστεί: π.χ. για μπάνιο, αποθήκη π.χ. επίδραση από κατακόρυφη θερμοκρασιακή κλίση.
Παρακείμενο δωμάτιο που ανήκει σε άλλο κτίριο (π.χ. διαμέρισμα)	$\frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{2}$
Παρακείμενο δωμάτιο που ανήκει σε ξεχωριστό κτίριο (που θερμαίνεται ή όχι)	$\theta_{m,e}$

Η απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού για τον θερμαινόμενο χώρο (i) διακρίνεται ως εξής:

$$F_{v,i} = H_{v,i} (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

όπου:

$H_{v,i}$ = συντελεστής απώλειας θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού σε W/K

$\theta_{int,i}$ = εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε °C .

θ_e = εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε °C .

$$H_{v,i} = \dot{V}_i \rho r_c$$

όπου:

\dot{V}_i = ρυθμός ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m³/sec

ρ = πυκνότητα του αέρα σε μια θερμοκρασία σε Kg/m³

r_c = συντελεστής θερμοχωρητικότητας του αέρα σε μια θερμοκρασία σε KJ/KgK

Υποθέτοντας σταθερή την πυκνότητα και τη θερμοχωρητικότητα του αέρα προκύπτει:

$$H_{v,i} = \dot{V}_i 0,34 \text{ όπου το } \dot{V}_i \text{ εκφράζεται σε m}^3/\text{h}$$

Η διαδικασία υπολογισμού του ρυθμού ροής του αέρα, εξαρτάται από την περίπτωση π.χ. με ή χωρίς σύστημα εξαερισμού.

Χωρίς Σύστημα Εξαερισμού:

Χωρίς συστήματα εξαερισμού, υποτίθεται ότι ο παρεχόμενος αέρας έχει τα θερμικά χαρακτηριστικά του εξωτερικού αέρα. Επομένως η απώλεια θερμότητας είναι ανάλογη προς τη διαφορά μεταξύ της εσωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού και της εξωτερικής θερμοκρασίας του αέρα. Η τιμή του ρυθμού ροής αέρα ενός θερμαινόμενου χώρου (i) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συντελεστή απώλειας θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού $\dot{V}_{v,i}$ είναι το μέγιστο του ρυθμού ροής αέρος μέσω αρμών ($\dot{V}_{inf,i}$), ή ρωγμών της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου και του ελάχιστου ρυθμού ροής αέρα (\dot{V}_{min}) που απαιτείται για λόγους υγιεινής :

$$\dot{V}_i = \max (\dot{V}_{inf,i} , \dot{V}_{min,i})$$

όπου:

$\dot{V}_{inf,i}$ = ρυθμός ροής αέρα μέσω αρμών του θερμαινόμενου χώρου σε m³/h

Με Σύστημα Εξαερισμού:

Ο παρεχόμενος αέρας δεν έχει απαραίτητως τα θερμικά χαρακτηριστικά του εξωτερικού αέρα. Η εξίσωση για τον καθορισμό του ρυθμού ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i), που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συντελεστή απώλειας θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού, είναι η ακόλουθη:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} f_{v,i} + \dot{V}_{mech,inf,i}$$

όπου:

$\dot{V}_{inf,i}$ = ρυθμός ροής αέρα μέσω αρμών του θερμαινόμενου χώρου σε m³/h

$\dot{V}_{su,i}$ = ρυθμός αερισμού του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m³/h

$\dot{V}_{mech,inf,i}$ = επιπλέον ρυθμός ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m³/h

$f_{v,i}$ = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που δίνεται από : $f_{v,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} q_{su,i} =$

θερμοκρασία του παρεχόμενου αέρα στο θερμαινόμενο χώρο (i) σε °C. Η $q_{su,i}$ μπορεί να είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία αέρα.

Τελικά ισχύει:

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} V_i$$

όπου:

n_{min} = ελάχιστη ανανέωση εξωτερικού αέρα ανά ώρα.

V_i = όγκος θερμαινόμενου χώρου (i) σε m³ που υπολογίζεται σύμφωνα με τις εσωτερικές διαστάσεις.

Περιοδικά θερμαινόμενοι χώροι:

Στους περιοδικά θερμαινόμενους χώρους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η επιπλέον θερμική ισχύς. Η επιπλέον θερμική ισχύς εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τη θερμοχωρητικότητα των στοιχείων οικοδόμησης
- Το χρόνο αναθέρμανσης.
- Την πτώση θερμοκρασίας κατά τη ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού.
- Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου.

Μια επιπλέον θερμική ισχύς μπορεί όχι πάντα να είναι απαραίτητη, παραδείγματος χάριν εάν :

- Το σύστημα ελέγχου είναι σε θέση να ακυρώσει τη ρύθμιση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες σχεδιασμού κατά τη διάρκεια των πιο κρύων ημερών.
- Οι απώλειες θερμότητας (απώλειες λόγω αερισμού) μπορούν να μειωθούν κατά τη διάρκεια της περιόδου ρύθμισης σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού.

Η επιπλέον θερμική ισχύς που απαιτείται για να αντισταθμίσει τα αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης, σε ένα θερμαινόμενο χώρο (i) υπολογίζεται ως εξής:

$$F_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$$

όπου:

A_i = εμβαδόν πατωμάτων του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m^2

f_{RH} = ο παράγοντας διορθώσεων ανάλογα με το χρόνο αναθέρμανσης και την υποτιθέμενη πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ρύθμισης σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού (seatback)

3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

3.2.1 Εισαγωγή

Η μελέτη υπολογισμού ψυκτικών φορτίων βασίζεται στη μεθοδολογία ASHRAE RTS, Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη βιβλιογραφία:

- i) ASHRAE Handbook of Fundamentals 2001
- ii) ASHRAE Handbook of Systems and Equipment 2000
- iii) ASHRAE Handbook of Applications 1999
- iv) ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation
- v) ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158

3.2.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Σύμφωνα με την ASHRAE, η γενική διαδικασία υπολογισμού ψυκτικών φορτίων για κάθε συνιστώσα φορτίου (φωτισμός, άνθρωποι, τοιχοποιία, οροφή, ανοίγματα, συσκευές κ.λ.π.) με RTS γίνεται ως εξής:

1. Υπολογισμός εικοσιτετραώρου προφίλ συνιστωσών θερμικού κέρδους για σχεδιασμό μέρας.
2. Διαχωρισμός των τμημάτων ακτινοβολίας και αγωγιμότητας.
3. Εφαρμογή κατάλληλων σειρών χρόνου ακτινοβολίας του τμήματος της ακτινοβολίας από τα θερμικά κέρδη για τον υπολογισμό της χρονοκαθυστέρησης κατά τη μετατροπή σε ψυκτικό φορτίο.
4. Άθροιση του τμήματος μεταφοράς που προκύπτει από τα θερμικά κέρδη με το τμήμα ακτινοβολίας υπό καθυστέρηση, για τον προσδιορισμό του ψυκτικού φορτίου για κάθε στοιχείο ψύξης, κάθε ώρα.

Αναλυτικότερα, για κάθε βήμα:

α) Θερμικά κέρδη από τοίχους και οροφή χρησιμοποιώντας χρονοσειρές Αγωγιμότητας (Conduction Time Series CTS)

Το ποσό θερμότητας που εισάγεται υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$q_{i,\theta-n} = UA(t_{e,\theta-n} - t_{rc})$$

όπου:

$q_{i,\theta-n}$ = Εισαγωγή θερμότητας από αγωγιμότητα για επιφάνεια πριν από (n) χρόνο

U = Συντελεστής συνολικής μεταφοράς θερμότητας επιφάνειας.

A = Επιφάνεια.

$t_{e,\theta-n}$ = Θερμοκρασία της σύστασης του αέρα πριν από (n) χρόνο.

Το θερμικό κέρδος από αγωγή μέσω τοίχων και οροφής, μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των θερμικών κερδών για την τρέχουσα ώρα έως και τις τελευταίες 23 ώρες, έτσι οι χρονοσειρές αγωγιμότητας διαμορφώνονται:

$$q_{\theta} = C_0 q_{i,\theta} + C_1 q_{i,\theta-1} + C_2 q_{i,\theta-2} + C_3 q_{i,\theta-3} + \dots + C_{23} q_{i,\theta-23}$$

όπου:

q_{θ} = Ημερήσιο θερμικό κέρδος από αγωγή ανά επιφάνεια.

$q_{i\theta}$ = Τιμή θερμότητας για την τρέχουσα ώρα.

$q_{i,\theta-n}$ = Τιμή θερμότητας πριν από (n) χρόνο.

C_0, C_1 κ.λ.π. = Συντελεστές του χρόνου αγωγιμότητας.

β) Υπολογισμοί θερμικών κερδών από ανοίγματα

Τα θερμικά κέρδη από ανοίγματα χωρίζονται σε τρία είδη:

$$q_b = AE_D IAC(\theta)$$

$$q_d = A(E_d + E_r) \langle \text{SHGC} \rangle \text{DIAC}$$

$$q_c = UA(T_{\text{out}} - T_{\text{in}})$$

όπου:

q_b = Άμεσο ηλιακό κέρδος.

A = Επιφάνεια ανοίγματος.

E_D = Άμεση ακτινοβολία.

$\text{SHGC}(\theta)$ = Άμεσο ηλιακό κέρδος σε συνάρτηση με την τυχαία γωνία θ .

$\text{IAC}(\theta)$ = Συντελεστής απόσβεσης εσωτερικής σκίασης. Ισούται με 1 εάν δεν υπάρχει σκίαστρο.

q_d = Θερμικό κέρδος από ηλιακή διάδοση.

A = Επιφάνεια ανοίγματος.

E_d = Διάδοση ακτινοβολίας

E_r = Ανακλωμενη ακτινοβολία από το έδαφος.

$\langle \text{SHGC} \rangle_D$ = Συντελεστής διάχυσης ηλιακού θερμικού κέρδους.

IAC = Συντελεστής απόσβεσης εσωτερικής σκίασης. Ισούται με 1 εάν δεν υπάρχει σκίαστρο.

q_d = Θερμικό κέρδος από αγωγή

A = Επιφάνεια ανοίγματος.

U = Συνολικός παράγοντας U του ανοίγματος, συμπεριλαμβανομένων του πλαισίου και του προσανατολισμού.

T_{out} = Εξωτερική θερμοκρασία

T_{in} = Εσωτερική θερμοκρασία

Συνολικό θερμικό κέρδος από ανοίγματα:

$$Q = q_b + q_d + q_c$$

γ) Υπολογισμός θερμικού κέρδους εσωτερικών επιφανειών

Όποτε ο κλιματιζόμενος χώρος γειτνιάζει με χώρο διαφορετικής θερμοκρασίας, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η μεταφορά θερμότητας. Το ποσό μεταφοράς θερμότητας δίνεται από:

$$q = U \cdot A \cdot (t_b - t_i)$$

όπου:

q = Ποσό μεταφοράς θερμότητας.

U = Συντελεστής συνολικής μεταφοράς θερμότητας μεταξύ του κλιματιζόμενου χώρου και του γειτονικού του.

A = Εμβαδόν διαχωριστικής επιφάνειας.

t_b = Μέση θερμοκρασία αέρα στο γειτονικό χώρο.

t_i = Θερμοκρασία αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο.

Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία για τον γειτονικό χώρο, πέραν του ότι είναι συμβατική κατασκευή, δεν θερμαίνεται και δεν παραλαμβάνει μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας, η διαφορά $t_b - t_i$ μπορεί να ληφθεί, μειωμένη κατά 3 K, όσο η θερμοκρασιακή διαφορά του εξωτερικού αέρα με τον κλιματιζόμενο χώρο.

δ) Θερμικά κέρδη από το πάτωμα

Για πατώματα που βρίσκονται σε απευθείας επαφή με το έδαφος ή πάνω από υπόγειο που δεν αερίζεται ή θερμαίνεται, τότε η συμβολή θερμικού κέρδους μπορεί να αγνοηθεί.

ε) Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών

Φωτισμός:

Τα θερμικά φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$q_{el} = W \cdot F_{ul} \cdot F_{sa}$$

όπου:

q_{el} = Θερμικό κέρδος.

W = Συνολικό φορτίο φωτισμού (Watt).

F_{ul} = Παράγοντας χρήσης.

F_{sa} = Παράγοντας ειδικής παροχής φωτισμού.

Κάτοικοι:

Τα θερμικά φορτία από τους κατοίκους διακρίνονται σε αισθητά και λανθάνοντα. Οι εξισώσεις υπολογισμού των φορτίων αυτών δίνονται παρακάτω:

$$q_s = q_{s, per} \cdot N$$

$$q_l = q_{l, per} \cdot N$$

όπου:

q_s = Αισθητό θερμικό φορτίο από κατοίκους.

q_l = Λανθάνον θερμικό φορτίο από κατοίκους.

$q_{s, per}$ = Αισθητό θερμικό κέρδος ανά άτομο.

$q_{l, per}$ = Λανθάνον θερμικό κέρδος ανά άτομο.

N = Αριθμός ατόμων.

Συσκευές:

Τα θερμικά φορτία από τις συσκευές διακρίνονται σε αισθητά και λανθάνοντα. Οι εξισώσεις υπολογισμού των φορτίων αυτών δίνονται παρακάτω:

$$Q_s = q_s \cdot F_U \cdot F_R$$

$$Q_l = q_l \cdot N$$

Όπου:

Q_s = Συνολικό αισθητό φορτίο συσκευών.

q_s = Αισθητό φορτίο μιας συσκευής.

F_U = Παράγοντας χρήσης.

F_R = Παράγοντας ακτινοβολίας.

Q_l = Συνολικό λανθάνον φορτίο συσκευών.

q_l = Λανθάνον φορτίο μιας συσκευής.

N = Αριθμός συσκευών που χρησιμοποιούνται σε κάθε χώρο.

Αερισμός και διείσδυση αέρα:

Παρακάτω δίνονται οι εξισώσεις για τον υπολογισμό αισθητού και λανθάνοντος φορτίου κατά τον κλιματισμό:

$$q_s = 1.23 Q_s \Delta t$$
$$q_l = 3010 Q_s \Delta W$$

όπου:

q_s = Αισθητό θερμικό κέρδος.

Q_s = Ροή του αέρα σε κανονικές κλιματιστικές συνθήκες.

t_o = Εξωτερική θερμοκρασία αέρα.

t_i = Εσωτερική θερμοκρασία.

q_l = Λανθάνον θερμικό κέρδος.

W_o = Ποσοστό υγρασίας εξωτερικού αέρα.

W_i = Ποσοστό υγρασίας εσωτερικού αέρα.

1.23 = Συντελεστής αισθητής θερμότητας του αέρα σε κανονικές κλιματιστικές συνθήκες.

3010 = Συντελεστής λανθάνουσας θερμότητας του αέρα σε κανονικές κλιματιστικές συνθήκες.

Πίνακας 3.5: Διαχωρισμός των θερμικών κερδών από ακτινοβολία και αγωγή.

Ακτινοβολία (%)	Αγωγή (%)	
100	0	Μετάδοση ηλιακής ενέργειας, χωρίς εσωτερική σκίαση
63	37	Ηλιακή ενέργεια από ανοίγματα, με εσωτερική σκίαση
63	37	Λάμπες φθορισμού, διακοπτόμενη λειτουργία, χωρίς αερισμό.
67	33	Λάμπες πυρακτώσεως
80	20	
Διαφέρει κατά περίπτωση	Διαφέρει κατά περίπτωση	άτομα
63	37	Αγωγιμότητα εξωτερικών τοίχων

84	16	Αγωγιμότητα εξωτερικής οροφής
0	100	Αερισμός και διείσδυση
20 με 80	80 με 20	Μηχανήματα και συσκευές

Το μέρος της ακτινοβολίας του ψυκτικού φορτίου υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση (Radiation Time Series RTS):

$$Q_{r,\theta} = r_0 q_{r,\theta} + r_1 q_{r,\theta-1} + r_2 q_{r,\theta-2} + r_3 q_{r,\theta-3} + \dots + r_{23} q_{r,\theta-23}$$

$Q_{r,\theta}$ = Ψυκτικό φορτίο ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα (θ).

$q_{r,\theta}$ = Θερμικό κέρδος ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα.

$q_{r,\theta-n}$ = Θερμικό κέρδος ακτινοβολίας πριν από (n) χρόνο.

r_0, r_1 κ.λ.π. = Συντελεστές του χρόνου ακτινοβολίας.

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων από αγωγή και ακτινοβολία.

3.3 Μελέτη Περίπτωσης 1

Δεδομένα:

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Χρήση: Πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m ²):	206	Αριθμός ορόφων	1
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	206	Ύψος τυπικού ορόφου (m)	3
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²)	103,13	Ύψος ισογείου (m)	3
Συνολικός όγκος (m ³)	618	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	618		
Ψυχόμενος όγκος (m ³)	309		

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1

Συνολική επιφάνεια (m ²):	206
Αν. Θερμοχωρητικότητα (KJ/m ² K)	165
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	3
Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h)	252

ΚΕΛΥΦΟΣ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ (m ²)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U (W/m ² K)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ εκ/bu/fij	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W)
W3	E	4.70	3.00	14.10	3.25	10.85	0.67		1.000	122.1
O3	E	0.80	2.30	1.84		1.84	3.25		1.000	100.5
W7	E	4.70	0.30	1.41		1.41	0.65		1.000	15.40
F2	I	1	28.69	28.69		28.69	0.63	10	0.595	180.7
C2	I	1	28.69	28.69		28.69	3.26	10	0.595	935.3
W3	E	3.95	3.00	11.85	5.26	6.59	0.67		1.000	74.18
O3	E	1.30	2.30	2.99		2.99	3.25		1.000	163.3
W7	E	3.95	0.30	1.19		1.19	0.65		1.000	12.99
W1	E	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61
W3	N	1.75	3.00	5.25	2.29	2.96	0.67		1.000	33.32
W7	N	1.75	0.30	0.53		0.53	0.65		1.000	5.79
O3	N	0.80	2.20	1.76		1.76	3.25		1.000	96.10
O3	W	0.80	2.20	1.76		1.76	3.25		1.000	96.10
W3	W	2.35	3.00	7.05	0.70	6.35	0.67		1.000	71.48
W7	W	2.35	0.30	0.70		0.70	0.65		1.000	7.64
W3	S	6.90	3.00	20.70	4.76	15.94	0.67		1.000	179.4
O3	S	1.15	1.40	1.61		1.61	3.25		1.000	87.91
W7	S	6.90	0.30	2.07		2.07	0.65		1.000	22.60
W1	S	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61
F2	I	1	26.51	26.51		26.51	0.63	10	0.595	167.0
C2	I	1	26.51	26.51		26.51	3.26	10	0.595	864.2
W3	S	2.50	3.00	7.50	3.74	3.76	0.67		1.000	42.32
O3	S	1.30	2.30	2.99		2.99	3.25		1.000	163.3
W7	S	2.50	0.30	0.75		0.75	0.65		1.000	8.19
W3	E	1.65	3.00	4.95	2.26	2.69	0.67		1.000	30.28
O3	E	0.80	2.20	1.76		1.76	3.25		1.000	96.10
W7	E	1.65	0.30	0.50		0.50	0.65		1.000	5.46
F2	I	1	10.61	10.61		10.61	0.63	10	0.595	66.84
C2	I	1	10.60	10.60		10.60	3.26	10	0.595	345.6
O1	N	1.20	2.50	3.00		3.00	5.23		1.000	263.6
W3	W	4.35	3.00	13.05	4.00	9.05	0.67		1.000	101.9
O3	W	1.15	1.40	1.61		1.61	3.25		1.000	87.91
W7	W	4.35	0.30	1.31		1.31	0.65		1.000	14.31
W1	W	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61

W3	S	4.25	3.00	12.75	5.81	6.94	0.67		1.000	78.12
O3	S	1.15	1.40	1.61		1.61	3.25		1.000	87.91
O3	S	0.80	2.30	1.84		1.84	3.25		1.000	100.5
W7	S	4.25	0.30	1.28		1.28	0.65		1.000	13.98
W1	S	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61
F2	I	1	18.49	18.49		18.49	0.63	10	0.595	116.5
F2	I	1	1.72	1.72		1.72	0.63	10	0.595	10.84
F2	I	1	11.01	11.01		11.01	0.63	10	0.595	69.36
C2	I	1	18.49	18.49		18.49	3.26	10	0.595	602.8
C2	I	1	4.05	4.05		4.05	3.26	10	0.595	132.0
W7	S	1.25	0.30	0.38		0.38	0.65		1.000	4.15
O3	E	1.05	2.20	2.31		2.31	3.25		1.000	126.1
F2	I	1	13.09	13.09		13.09	0.63	10	0.595	82.47
F2	I	1	5.73	5.73		5.73	0.63	10	0.595	36.10
F2	I	1	7.74	7.74		7.74	0.63	10	0.595	48.76
C2	I	1	13.09	13.09		13.09	3.26	10	0.595	426.7
C2	I	1	8.78	8.78		8.78	3.26	10	0.595	286.2
W3	W	3.70	3.00	11.10	2.19	8.91	0.67		1.000	100.3
W7	W	3.70	0.30	1.11		1.11	0.65		1.000	12.12
W1	W	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61
O3	S	0.55	2.20	1.21		1.21	3.25		1.000	66.07
F2	I	1	16.47	16.47		16.47	0.63	10	0.595	103.8
F2	I	1	5.21	5.21		5.21	0.63	10	0.595	32.82
F2	I	1	0.83	0.83		0.83	0.63	10	0.595	5.23
F2	I	1	5.54	5.54		5.54	0.63	10	0.595	34.90
C2	I	1	16.47	16.47		16.47	3.26	10	0.595	536.9
C2	I	1	5.21	5.21		5.21	3.26	10	0.595	169.8
W3	N	2.40	3.00	7.20	3.71	3.49	0.67		1.000	39.28
O3	N	1.30	2.30	2.99		2.99	3.25		1.000	163.3
W7	N	2.40	0.30	0.72		0.72	0.65		1.000	7.86
F2	I	1	14.64	14.64		14.64	0.63	10	0.595	92.23
C2	I	1	14.64	14.64		14.64	3.26	10	0.595	477.3
W3	W	2.05	3.00	6.15	0.61	5.54	0.67		1.000	62.36
W7	W	2.05	0.30	0.61		0.61	0.65		1.000	6.66
F2	I	1	7.18	7.18		7.18	0.63	10	0.595	45.23
C2	I	1	7.18	7.18		7.18	3.26	10	0.595	234.1
O3	W	0.80	2.20	1.76		1.76	3.25		1.000	96.10
W3	E	2.05	3.00	6.15	0.61	5.54	0.67		1.000	62.36
W7	E	2.05	0.30	0.61		0.61	0.65		1.000	6.66
F2	I	1	3.90	3.90		3.90	0.63	10	0.595	24.57
C2	I	1	3.89	3.89		3.89	3.26	10	0.595	126.8
W3	N	2.55	3.00	7.65	3.76	3.89	0.67		1.000	43.79
O3	N	1.30	2.30	2.99		2.99	3.25		1.000	163.3
W7	N	2.55	0.30	0.77		0.77	0.65		1.000	8.41
W3	E	1.00	3.00	3.00	0.30	2.70	0.67		1.000	30.39

W7	E	1.00	0.30	0.30		0.30	0.65		1.000	3.28
W3	N	1.45	3.00	4.35	0.44	3.91	0.67		1.000	44.01
W7	N	1.45	0.30	0.44		0.44	0.65		1.000	4.80
F2	I	1	13.25	13.25		13.25	0.63	10	0.595	83.48
C2	I	1	13.25	13.25		13.25	3.26	10	0.595	432.0
W3	E	4.70	3.00	14.10	3.25	10.85	0.67		1.000	122.1
O3	E	0.80	2.30	1.84		1.84	3.25		1.000	100.5
W7	E	4.70	0.30	1.41		1.41	0.65		1.000	15.40
F2	I	1	28.69	28.69		28.69	0.63	10	0.595	180.7
C2	I	1	28.69	28.69		28.69	3.26	10	0.595	935.3
W3	E	5.20	3.00	15.60	4.25	11.35	0.67		1.000	127.8
O3	E	1.15	1.40	1.61		1.61	3.25		1.000	87.91
W7	E	5.20	0.30	1.56		1.56	0.65		1.000	17.04
W1	E	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61
W3	N	4.85	3.00	14.55	4.14	10.41	0.67		1.000	117.2
O3	N	1.15	1.40	1.61		1.61	3.25		1.000	87.91
W7	N	4.85	0.30	1.45		1.45	0.65		1.000	15.83
W1	N	0.40	2.70	1.08		1.08	0.64		1.000	11.61
W3	S	1.75	3.00	5.25	0.53	4.72	0.67		1.000	53.13
W7	S	1.75	0.30	0.53		0.53	0.65		1.000	5.79
F2	I	1	24.75	24.75		24.75	0.63	10	0.595	155.9
F2	I	1	0.38	0.38		0.38	0.63	10	0.595	2.39
C2	I	1	24.75	24.75		24.75	3.26	10	0.595	806.9
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ (W)										744.6
ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ (W)										2799
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΛΟΓΩ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (W)										1767.16
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W)										18920

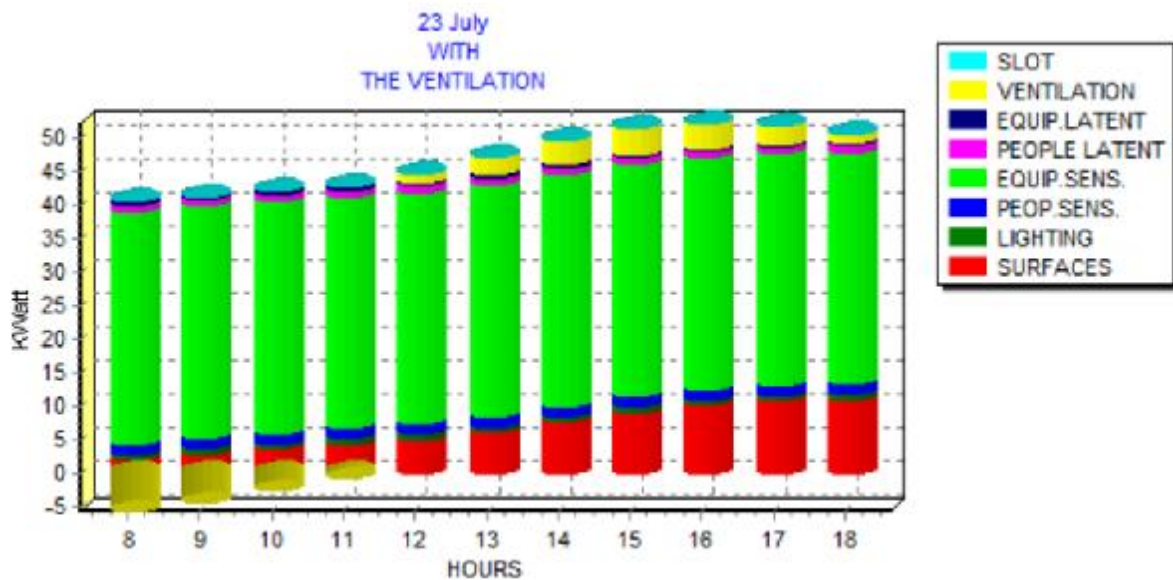
1

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

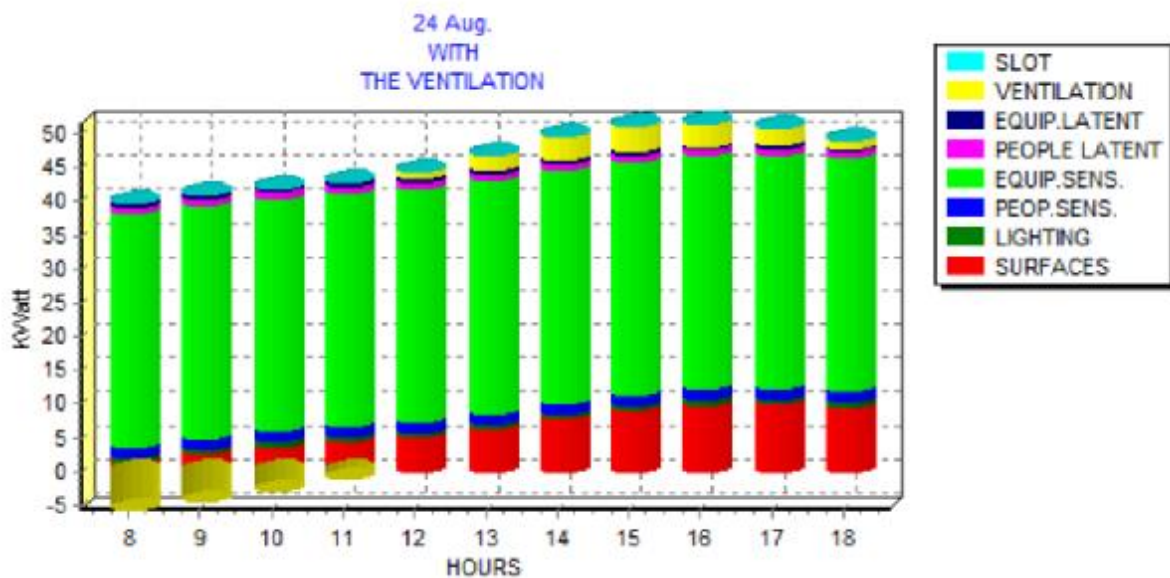
ΧΩΡΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΦΟΡΤΙΟ ΑΤΟΜΩΝ (W)		ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΣΥΣΚΕΥΕΣ (W)		ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΦΩΤΙΣΜΟ (W)	ΑΕΡΙΣΜΟΣ		ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ (W)		ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (W)
		ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΝΘΑΝΟΝ		ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	ΑΙΣΘΗΤΟ	ΛΑΝΘΑΝΟΝ	
1	28,69	210	135	7330	0	100,8	704	-7	11323	586	11909
2	26,51	210	135	7330	0	100,8	651	-7	11410	135	11545
3	10,61	140	90	73	0	72	260	-3	1495	90	1585

4	18, 49	210	135	7330	0	100 ,8	454	-5	9649	135	978 4
5	13, 09	140	90	36	0	72	321	-3	1782	90	187 2
6	16, 47	140	90	73	0	72	404	-4	1343	90	143 3
7	14, 64	140	90	36	0	72	359	-4	1026	90	111 6
8	13, 25	210	135	7330	0	100 ,8	325	-3	8416	135	855 1
9	24, 75	140	90	73	0	72	607	-6	1494	90	158 4
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ											493 79

Ιστόγραμμα 3.1: Διάγραμμα συνολικών ψυκτικών φορτίων για τον Ιούλιο.



Ιστόγραμμα 4.2: Διάγραμμα συνολικών ψυκτικών φορτίων για τον Αύγουστο.



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (1_η περίπτωση)

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

Τύπος	Τοπικές Αντλίες αερίου ή υγρού καυσίμου
Πηγή ενέργειας	Φυσικό Αέριο
Ισχύς (KW)	21,5
Βαθμός Απόδοσης	0,985
COP (-)	1
Κόστος (€)	2000

Συστήματα

Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1,6
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	0,9
Κόστος (€)	500

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	σώματα καλοριφέρ
Βαθμός Απόδοσης	0,9

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

Κόστος (€)	2500
------------	------

Τύπος	κυκλοφορητές
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (KW)	0,3
Κόστος (€)	100

Ψύξη

Ψύξη (Παραγωγή)

Τύπος	Αερόψυκτος ψύκτης
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (KW)	21
Βαθμός Απόδοσης	1
Εν. Αποδοτικότητα	3,1
Κόστος (€)	4500

Ψύξη (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	1

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (2^η περίπτωση)

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

Τύπος	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (KW)	21,5
Βαθμός Απόδοσης	1
COP (-)	3,1
Κόστος (€)	7000

Ύσυστήματα

Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1,6
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	0,9

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	σώματα καλοριφέρ
Βαθμός Απόδοσης	0,9
Κόστος (€)	2500

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

Τύπος	κυκλοφορητές
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (KW)	0,3
Κόστος (€)	100

Ψύξη

Ψύξη (Παραγωγή)

Τύπος	Αερόψυκτος ψύκτης
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (KW)	21
Βαθμός Απόδοσης	1
Εν. Αποδοτικότητα	3,1
Κόστος (€)	4500

Ψύξη (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	1

Έχοντας όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά της υπό μελέτη οικίας, υπολογίσαμε πως οι θερμικές απαιτήσεις της είναι 18920 W (ή 16268,27 Kcal/h) στο σύνολό της. Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων, έχοντας υπολογίσει το θερμικό φορτίο – το οποίο αντιστοιχεί στη δυσμενέστερη περίπτωση – θεωρούμε σύστημα ψύξης θερμικής ισχύος 71000 btu (21000 W) για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων.

Κάνοντας έρευνα αγοράς θεωρούμε ως αρχικό κόστος εγκατάστασης φυσικού αερίου ανέρχεται στα 5100 ευρώ. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει το λέβητα τις σωληνώσεις και τα θερμαντικά σώματα. Αντίστοιχα, η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας ανέρχεται στα 9500 ευρώ συνυπολογίζοντας την αντλία, το δίκτυο και τα θερμαντικά. Στη σύγκριση αυτή ο τρόπος ψύξης είναι κοινός οπότε αθροίζεται και στις δύο περιπτώσεις εξίσου. Πιο συγκεκριμένα χρειαζόμαστε 9 κλιματιστικές μονάδες των οποίων το ποσό ανέρχεται στα 4500 ευρώ.

Για τον υπολογισμό του ετήσιου ποσού ενέργειας που απαιτείται για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης της οικίας θέτουμε τις εξής παραδοχές:

- Η θέρμανση λειτουργεί 8 ώρες την ημέρα, 6 μήνες το χρόνο.
- Η ψύξη λειτουργεί 6 ώρες την ημέρα, 3 μήνες το χρόνο.

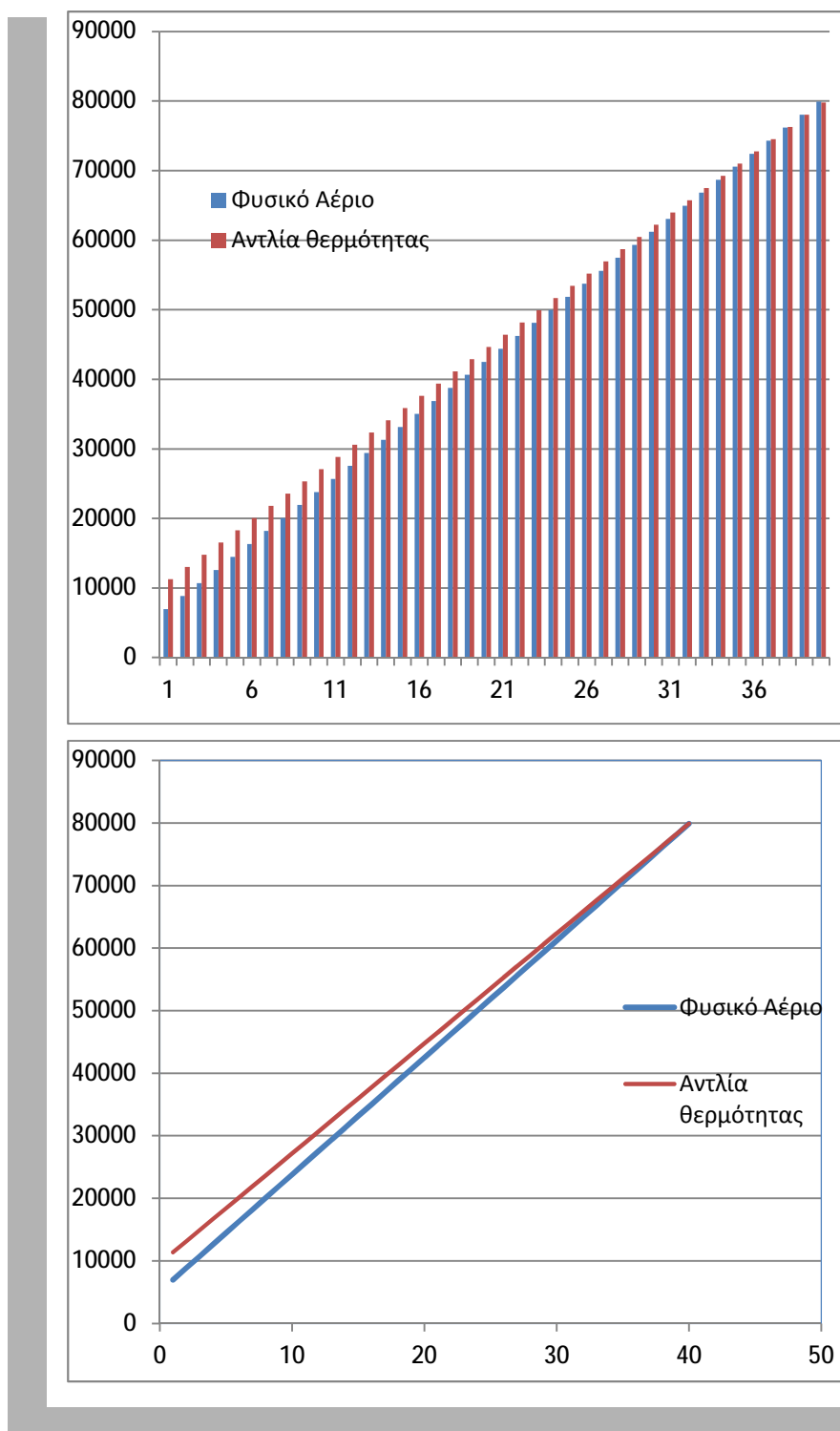
Πίνακας 3.6: Υπολογισμός ετήσιου κόστους βάσει του μέσου θέρμανσης.

Μέσο	Θερμογόνος δύναμη KW/m ³	Απόδοση συσκευής	COP (-)/EER(-)	Τελική απόδοση (KW/m ³)	Απαιτησ η οικίας (KW/έτος)	Απαιτητ ή ενέργεια καυσίμου (KWh)	Χρέωση ανά KWh	Ετήσιο κόστος (ευρώ)
Λέβητας Συμπύκνωσης Φυσικού Αερίου	11,7	0,985	1	11,525	27244,8	32875,68	0,0697*	1870,478
Αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών	(-)	1	3,1	(-)		10766,55	0,2**	1757,729
Κλιματιστικό Inverter ενεργειακής κλάσης A++	(-)	2,5	4,5		9750	960	0,2	433,33

* Η χρέωση του φυσικού αερίου προκύπτει από τον μέσο όρο χρέωσης στα έτη 2013-2015 από τα τιμολόγια οικιακού τομέα της ΕΠΑ (Εταιρία Παροχής Αερίου Αττικής).

** Η χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας έγινε σύμφωνα με το οικιακό τιμολόγιο της ΔΕΗ, χωρίς χρονοχρέωση (Τιμολόγιο Γ1).

Διάγραμμα 3.3: Διαγραμματική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης σύμφωνα με το αρχικό κόστος εγκατάστασης και του κόστους λειτουργίας σε διάστημα 40 ετών.



3.4 Μελέτη Περίπτωσης 2

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (1^η
περίπτωση)

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

	Τοπικές Αντλίες αερίου ή υγρού καυσίμου
Τύπος	Φυσικό
Πηγή ενέργειας	Αέριο
Ισχύς (KW)	21,5
Βαθμός Απόδοσης	0,985
COP (-)	1
Κόστος (€)	2000

Συστήματα

Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1,6
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	0,9
Κόστος (€)	500

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	σώματα καλοριφέρ
Βαθμός Απόδοσης	0,9

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

Κόστος (€)	2500
------------	------

Τύπος	κυκλοφορητές
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (KW)	0,3
Κόστος (€)	100

Ψύξη

Ψύξη (Παραγωγή)

Τύπος	Αερόψυκτος ψύκτης
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (KW)	21
Βαθμός Απόδοσης	1
Εν. Αποδοτικότητα	3,1
Κόστος (€)	4500

Ψύξη (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	1

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (2_η περίπτωση)

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

Τύπος	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (KW)	21,5
Βαθμός Απόδοσης	1
COP (-)	3,4
Κόστος (€)	8000

Ύσυστήματα

Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1,6
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	0,9

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	σώματα fan-coils
Βαθμός Απόδοσης	0,9
Κόστος (€)	4500

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

Τύπος	κυκλοφορητές
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (KW)	0,3

Ψύξη

Ψύξη (Παραγωγή)

Τύπος	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (KW)	21,5
Βαθμός Απόδοσης	1
Εν. Αποδοτικότητα	3,5

Ψύξη (Δίκτυο διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου, αεραγωγοί
Ισχύς (KW)	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός Απόδοσης	1

Στη μελέτη περίπτωσης 2, διατηρούμε την εγκατάσταση του Φυσικού αερίου ως έχει για θέρμανση/ψύξη, ενώ για την εγκατάσταση αντλίας θερμότητας, επιλέγουμε τερματικές μονάδες τύπου fan – coil. Αυτή η αλλαγή επιτρέπει στην αντλία θερμότητας να καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανση και ψύξη όλο τον χρόνο χάρη στη δυνατότητα αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας της. Για τον υπολογισμό του χρόνου απόσβεσης, ακολουθούμε την ίδια διαδικασία με την περίπτωση του Κεφαλαίου 4.3 συνυπολογίζοντας και τον κλιματισμό ο οποίος διαφοροποιείται.

Συγκεκριμένα:

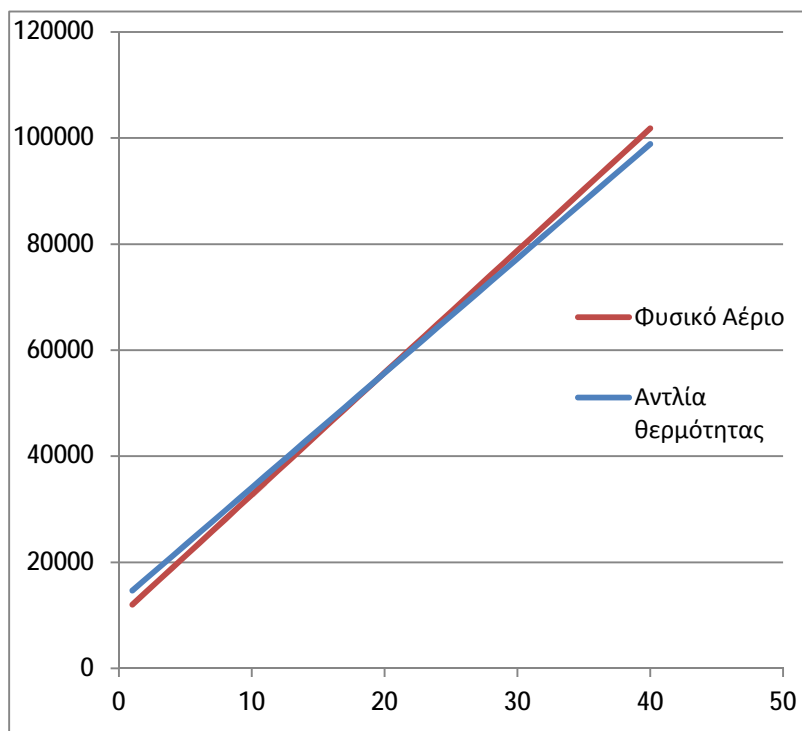
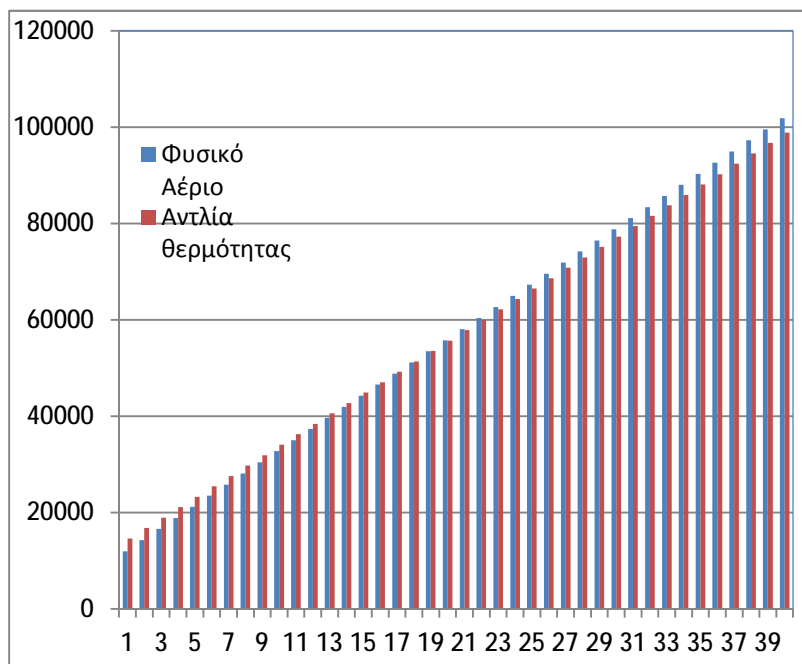
- Συνολικό κόστος εγκατάστασης φυσικού αερίου – κλιματιστικών μονάδων: 9600 (€).
- Συνολικό κόστος εγκατάστασης αντλίας θερμότητας: 12500 (€).

Πίνακας 3.7: Υπολογισμός ετήσιου κόστους βάσει του μέσου θέρμανσης.

Μέσο	Θερμογόνος δύναμη KW/m ³	Απόδοση συσκευής	COP (-)/EER(-)	Τελική απόδοση (KW/m ³)	Απαιτησ η οικίας (KW/έτος)	Απαιτητ ή ενέργεια καυσίμου (KWh)	Χρέωση ανά KWh	Ετήσιο κόστος
Λέβητας Συμπύκνωσης Φυσικού Αερίου	11,7	0,985	1	11,525	27244,8	26836,13	0,0697	1870,478
Αντλία θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών	(-)	1	3,4	(-)		8013,176	0,2	1602,635
Κλιματιστικό Inverter ενεργειακής κλάσης A++	(-)	2,5	4,5	(-)	9750	2166,667	0,2	433,333

Αντλία θερμότητας χαμηλών θερμοκρασι ών	(-)	1	3,5	(-)		2785,71 4	0,2	557,14 29
---	-----	---	-----	-----	--	--------------	-----	--------------

Διάγραμμα 3.4: Διαγραμματική απεικόνιση του χρόνου απόσβεσης σύμφωνα με το αρχικό κόστος εγκατάστασης και του κόστους λειτουργίας σε διάστημα 40 ετών.



3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις δύο μελέτες περίπτωσης που εξετάσαμε προκύπτουν διαφορετικά συμπεράσματα για το κάθε είδος θέρμανσης – ψύξης.

Αναλυτικότερα έχουμε:

Περίπτωση 1:

Στο σενάριο αυτό συγκρίνουμε σύστημα θέρμανσης με λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου και με αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών. Τα συστήματα αποδίδουν στο χώρο μέσω τερματικών μονάδων συμβατικών σωμάτων πάνελ. Εδώ η ψύξη δεν συνυπολογίζεται καθώς είναι κοινή και προστίθεται ισότιμα και στις δύο περιπτώσεις.

Από το αρχικό κόστος εγκατάστασης βρίσκουμε το σύστημα με την αντλία να κοστολογείται κατά 44% ακριβότερα, συγκριτικά με το σύστημα φυσικού αερίου. Όσο αναφορά στην τελική ετήσια κατανάλωση, σύμφωνα με τις ενεργειακές απαιτήσεις και το ενεργειακό κόστος τη δεδομένη περίοδο εκπόνησης της μελέτης, το σύστημα με την αντλία είναι οικονομικότερο κατά 1,13%.

Λαμβάνοντας ως αρχικό κόστος δαπάνης, το κόστος εγκατάστασης και κατασκευάζοντας πίνακες σχέσης κόστους λειτουργίας σε συνάρτηση με το χρόνο διαπιστώνουμε πως το σύστημα με την αντλία θερμότητας θα αποσβέσει την αρχική επένδυση, σε σχέση με το φυσικό αέριο, ύστερα από 40 χρόνια λειτουργίας, δεδομένου ότι θα ισχύουν τα σημερινά τιμολόγια.

Διαπιστώνουμε πως είναι ασύμφορη μια τέτοια επένδυση καθώς είναι πολύ μικρός ο ρυθμός απόσβεσης με αποτέλεσμα να αποδώσει ύστερα από μεγάλο χρονικό διάστημα.

Περίπτωση 2:

Στο δεύτερο σενάριο διατηρούμε το σύστημα θέρμανσης - ψύξης να λειτουργεί με λέβητα φυσικού αερίου συμπύκνωσης με σώματα πάνελ για την θέρμανση και κλιματιστικές μονάδες για την ψύξη. Στην εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας αντικαθιστούμε τα πάνελ με fan – coil τερματικές μονάδες πράγμα που μας επιτρέπει αφενός να χρησιμοποιήσουμε αντλία χαμηλών θερμοκρασιών και αφετέρου να έχουμε και ψύξη από το ίδιο σύστημα.

Το αρχικό κόστος εγκατάστασης της αντλίας ξεπερνά και πάλι την αντίστοιχη εγκατάσταση λέβητα αερίου – κλιματιστικών μονάδων κατά 29%, ενώ το ετήσιο κόστος λειτουργίας με αντλία θερμότητας προκύπτει κατά 6,44% οικονομικότερο. Από τα διαγράμματα σχέσης χρόνου – κόστους λειτουργίας παρατηρούμε πως η απόσβεση θα ξεκινήσει ύστερα από 18 χρόνια λειτουργίας.

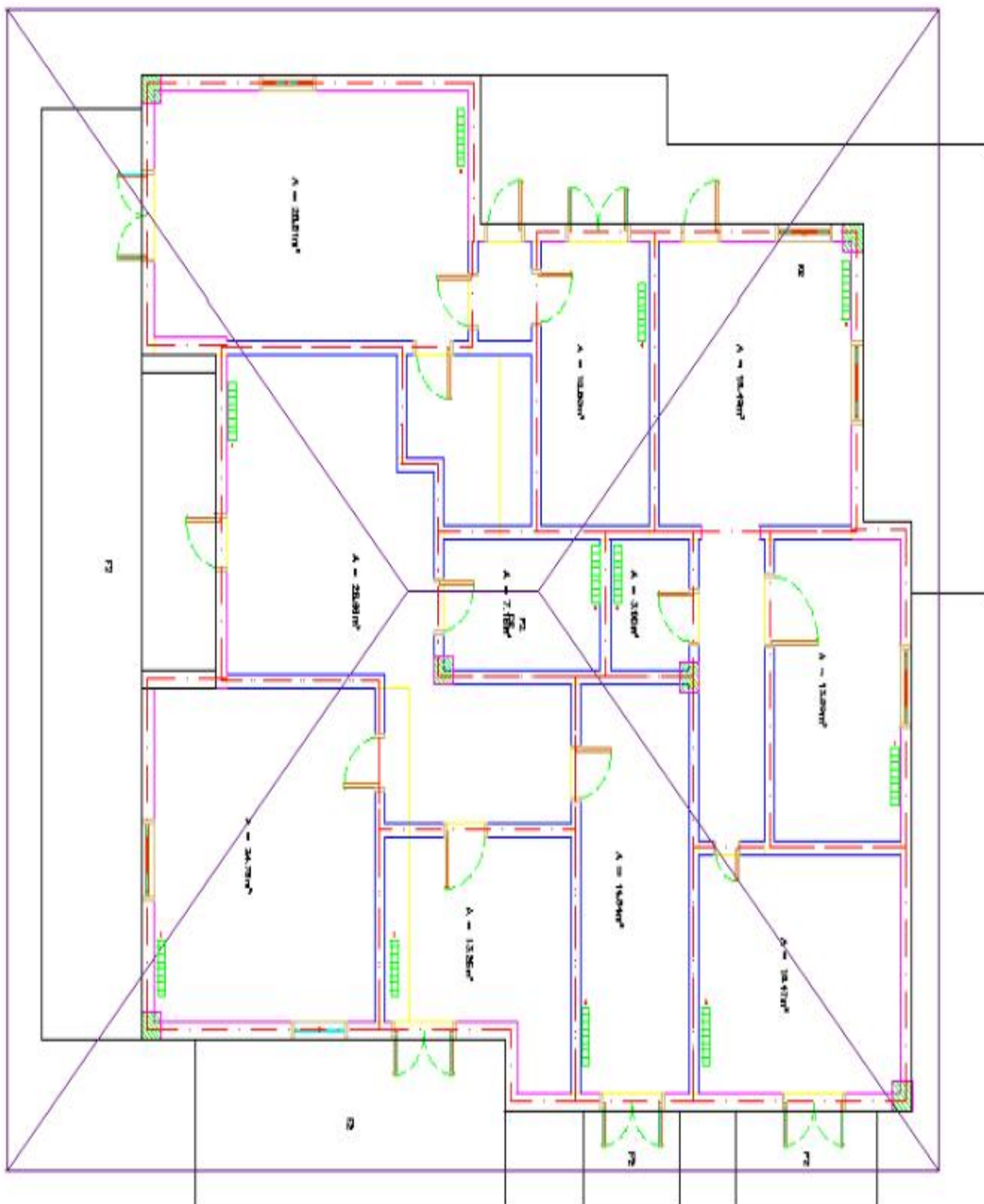
Το χρονικό διάστημα αυτό, αν και μεγάλο, είναι αρκετά πιο ικανοποιητικό από αυτό της περίπτωσης 1.

Από τα παραπάνω σενάρια, μπορεί να διαπιστώσει κανείς πως σε ένα σύστημα θέρμανσης - ψύξης, εάν αλλάξει ο μελετητής έστω και είναι μικρό παράγοντα στην επιλογή του συστήματος και των επιμέρους μονάδων που το απαρτίζουν, μπορεί να αποφέρει μεγάλη βελτίωση στην οικονομικότητα της εγκατάστασης. Αυτό σημαίνει πως καμία επιλογή συστήματος δεν είναι πανάκεια, και πως ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις δυνατότητες του χρήστη αλλά και τις υπάρχουσες τεχνολογίες, ο

μελετητής πράττει κατά περίπτωση, με σκοπό την καλύτερη δυνατή επιλογή σε βάθος χρόνου, με γνώμονα πάντα την προστασία του περιβάλλοντος και την ελαχιστοποίηση των εκλυόμενων ρύπων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΚΑΤΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ



ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΥΠΟΣ ASHRAE CLTD	ΤΥΠΟΣ ASHRAE TFM	ΤΥΠΟΣ ASHRAE RTS	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U W/m ² K	ΒΑΡΟΣ Kg/m ²
W1	Outer Wall -4 cm insulation	C	G1	17	0.64	300
W2	Outer Wall 1	C	G4	17	0.70	300
W3	Outer Wall 3	C	G6	17	0.67	300
W4	Outer Wall 4	C	G7	17	1.49	300
W5	Outer Wall 5	C	G8	17	0.52	300
W6	Outer Wall 15	A	G18	5	2.33	700
W7	Outer Wall 10	B	G13	22	0.65	500
W8	Outer Wall 12	B	G15	22	0.64	500
W9	Outer Wall 21	B	H6	17	0.66	500
W10	External Wall	B	G17	17	0.50	300
W11	External Beam	C	G17	17	0.52	300
W12	External Columns	C	G17	17	0.52	300

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U W/m ² K
I1	Inner Wall 10cm	1.74
I2	Inner Wall 15cm	1.51
I3	Inner Wall	1.74
I4	Partitions	0.22

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΟΡΟΦΗ

ΟΡΟΦΕΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΥΠΟΣ ASHRAE CLTD	ΤΥΠΟΣ ASHRAE TFM	ΤΥΠΟΣ ASHRAE RTS	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U W/m ² K	ΒΑΡΟΣ Kg/m ²
C1	Roof 1	E	G1	18	0.44	100
C2	Ceiling 1	C	G2	14	3.26	100
C3	Roof 2	D	G8	18	0.44	50
C4	Insulated Floor-Ceiling	E	G11	18	0.33	100

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΔΑΠΕΔΟ

ΔΑΠΕΔΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U W/m ² K
F1	Floor 1	0.60
F2	Floor 3	0.63
F3	Floor 5	0.67
F4	Floor 7	0.65
F5	Floor 9	0.49
F6	Floor 10	2.49
F7	Insulated ground	0.51

F8	Not Insulated ground	3.40
----	----------------------	------

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U W/m ² K	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΥΑΛΙΟΥ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ
O1	Reg. Glass (Wood.Frame)	5.23	1	1
O2	Reg. Glass (Metal.Frame)	5.81	1	2
O3	D.Glass 6 mm Air Space (W.Fr)	3.25	0.9	1
O4	D.Glass 6 mm Air Space (M.Fr)	3.72	0.9	2
O5	D.Glass 12 mm Air Space (W.Fr)	3.02	0.9	1
O6	D.Glass 12 mm Air Space (M.Fr)	3.49	0.9	2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Θεματική ενότητα ΔΕ1, Εισαγωγή στην Ενέργεια, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Εκδόσεις ΤΕΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα Ιούνιος 2011.
- Β.Η. Σελλούντος ,Θέρμανση – Κλιματισμός,.
- Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker ,Θέρμανση, Αερισμός και Κλιματισμός, σχεδιασμός και ανάλυση, Εκδόσεις Ίων.
- Θέρμανση, Αερισμός, Κλιματισμός, Σ.Ν. Λέγγα, Ν. Ι.Παρίκου.
- Εφημερίς της Κυβερνήσεως, τεύχος δεύτερο, Αρ. Φύλλου 963, 15 Ιουλίου 2003