



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Φοιτητής : Σταύρος Ζερβάνος

Αριθμός Μητρώου: 5638

Υπεύθυνος καθηγητής: Τσικαλάκης Αντώνιος, Επικ.Καθηγητής

Ηράκλειο 2019



**TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF CRETE
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING**

FINAL THESIS

**ENERGY INSPECTION PROCEDURES FOR HEATING/COOLING SYSTEMS
EMPHASISING ON THOSE UTILIZING ELECTRICAL ENERGY**

Student : Stavros Zervanos (5638)

Supervisor: Ass.Prof. Antonis Tsikalakis

Heraklion, Crete 2019

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, Δρ. Τσικαλάκη Αντώνιο για τη πολύτιμη βοήθεια του, την άριστη συνεργασία που είχαμε και τη δυνατότητα που μου παρείχε, να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και τον κ.Αποστολάκη από την Τεχνική Υπηρεσία του ΤΕΙ για την πρόσβαση που μας προσέφερε στην ταράτσα και το λέβητα της παλιάς ΣΤΕΦ.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συνεχή υποστήριξη που μου πρόσφερε, από την αρχή της ακαδημαϊκής μου σταδιοδρομίας και συνεχίζει να μου προσφέρει.

Περίληψη

Στις μέρες μας όλο και πιο συχνά παρατηρείται η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Η ενεργειακή επιθεώρηση τέτοιου είδους συστημάτων αποτελεί αναγκαιότητα και μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκαν οι διαδικασίες ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, με έμφαση σε αυτά που χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό. Παρουσιάζονται αναλυτικά ποια είναι αυτά τα συστήματα και τα χαρακτηριστικά τους. Έγινε αναφορά στα μέρη και στον τρόπο που γίνονται τέτοιες επιθεωρήσεις. Επίσης, αναφέρθηκαν τα όργανα μέτρησης και πιστοποίησης που χρειάζονται για επιθεώρηση λέβητα, άλλων μονάδων παραγωγής (όπως αντλιών θερμότητας), του δικτύου διανομής και των τερματικών μονάδων. Ακόμη, αναλύθηκε ο τρόπος λειτουργίας αυτών των οργάνων καθώς και η διαδικασία εισαγωγής των μετρήσεων που πήραμε στο πρόγραμμα του ΤΕΕ Κ.ΕΝ.Α.Κ. Τέλος, έγιναν αναλυτικά παραδείγματα επιθεώρησης μίας τοπικής θέρμανσης, ενός λέβητα και ενός συστήματος κλιματιστικού σύμφωνα με τα νέα πρότυπα του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Λέξεις Κλειδιά: θέρμανση, ψύξη, ηλεκτρισμός, αντλία θερμότητας, ενεργειακή επιθεώρηση, όργανα πιστοποίησης, Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Abstract

Heating and cooling systems use electricity more and more often either in the generation scheme or mainly for the auxiliary circuits for heat/cold distribution and automation. The energy inspection of these types of systems is apart from obligatory for large scale installations, necessary and very helpful in the reduction of electricity consumption in such systems. In this thesis, energy conservation procedures for heating and cooling systems with emphasis on those that use electricity as their power source are studied. All these systems along with their attributes have been described. A reference has been made, into which components and with which methodologies, inspections are carried out. A thorough description of the certification procedures and the instruments required for the inspection of boilers, of other production units (such as heat pumps), the inspection of the air/water distribution network and the terminal units is provided. Furthermore, the way of operation of these instruments was analysed, as well as the import process of all the measurements in the software for Energy Certification of the Technical Chamber of Greece KENAK. Finally, a detailed presentation of illustrative examples of local heating, inspection for a boiler in TEI Campus and an air conditioner system in accordance with the new Energy Efficiency Building Regulations in Greece (KENAK) was made.

Keywords: heating, cooling, electricity, heat pump, energy inspection, certification instruments, program KENAK

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχομενα.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	12
1.1 Εισαγωγή.....	12
1.2 Σκοπός και Δομή της Εργασίας.....	13
1.2.1 Δομή Εργασίας.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ	14
2.1 Γενικά	14
2.2 Επιθεώρηση λεβήτων /κλιματιστικών σημαντικής ισχύος	14
2.3 Έκθεση επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης / κλιματισμού	14
2.4 Τρόπος ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων σύμφωνα με την τρέχουσα νομοθεσία	15
2.5 Διαφορές της παλιάς με τη νέα νομοθεσία.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟΠΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ/ ΨΥΞΗ.....	25
3.1 Τοπικά μη ηλεκτρικά συστήματα	25
3.1.1 Θερμάστρες πετρελαίου/ κηροζίνης	25
3.1.2 Θερμάστρες αερίου	26
3.1.3 Θερμάστρες στερεών καυσίμων	27
3.2 Τοπικά ηλεκτρικά συστήματα.....	29
3.2.1 Αερόθερμα (ηλεκτρικά).....	29
3.2.2 Ηλεκτρικές θερμάστρες και θερμάστρες ακτινοβολίας.....	30
3.2.3 Θερμοπομποί (convectors).....	31
3.2.4 Σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας (θερμαντικά πάνελ).....	32
3.2.5 Θερμοσυσσωρευτές	34
3.2.6 Ανεμιστήρες οροφής	35
Πίνακας 3 :Σύγκριση τοπικών μονάδων θερμότητας	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ/ ΨΥΞΗ	38
4.1 Παραγωγή θερμότητας μέσω συστήματος Λέβητα-Καυστήρα	38
4.1.1 Λέβητες πετρελαίου	39
4.1.2 Λέβητες φυσικού αερίου.....	44
4.1.3 Λέβητες Στερεών Καυσίμων με έμφαση βιομάζα.....	44
4.1.3.1 Γενικά στοιχεία βιομάζας	46
4.1.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιομάζας	46
4.1.3.3 Pellet	47
4.1.3.4 Πρώτες Ύλες-Αποθήκευση.....	48
4.2 Ηλεκτρικοί Λέβητες.....	48
4.3 Καυστήρας	50

4.3.1	Λειτουργία καυστήρα πετρελαίου	51
4.3.2	Παρατηρήσεις λειτουργίας καυστήρα πετρελαίου.....	52
4.4	Αερόψυκτος/ Υδροψυκτος Ψύκτης	52
4.5	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ).....	55
4.5.1	Πλεονεκτήματα ΣΗΘ.....	55
4.5.2	Τεχνολογίες ΣΗΘ.....	56
4.5.3	Τρόπος λειτουργίας (Operational mode)	58
4.6	Τηλεθέρμανση	59
4.7	Συστήματα Δικτύου Διανομής.....	61
4.7.1	Δίκτυο διανομής κεντρικής θέρμανσης με νερό	61
4.7.2	Δίκτυο διανομής κεντρικής θέρμανσης με αέρα	64
4.8	Τερματικές μονάδες.....	65
4.8.1	Σώματα ακτινοβολίας (άβακες - radiator).....	65
4.8.2	Σώματα φυσικής μεταφοράς (κονβέκτορες-convectors).....	66
4.8.3	Σώματα βεβιασμένης μεταφοράς θερμότητας (αερόθερμα, Fan Coil Units).....	67
4.8.3.1	Συνδέσεις fan coil και συντήρηση	70
4.8.3.2	Δίοδα, τρίοδα και τετράοδα συστήματα διασυνδέσεων συστήματος fan coil	71
4.8.4	Ενσωματωμένα συστήματα.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ		76
5.1	Γενικά	76
5.2	Τρόπος λειτουργίας	76
5.3	Είδη αντλιών θερμότητας.....	77
5.3.1	Ανάλογα με το Ρευστό που χρησιμοποιείται.....	77
5.3.2	Ταξινόμηση ανάλογα με τη θέση των στοιχείων τους.....	79
5.3.3	Ανάλογα με το είδος του κινητήριου συστήματος.....	81
	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης.....	82
5.4	Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.).....	83
5.5	Συστήματα VRV – VRF.....	84
5.6	Τεχνικές ελέγχου κλιματιστικών μονάδων	86
5.7	Εγκατάσταση και κόστος	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΌΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....		90
6.1	Συστήματα μέτρησης απόστασης.....	90
6.1.1	Παχύμετρο	91
6.2	Αναλυτές καυσαερίων για πιστοποίηση λέβητα.....	93
6.2.1	Απόδοση Καύσης (Βαθμός Απόδοσης).....	95
6.2.2	Θερμικές Απώλειες Καύσης.....	96
6.2.3	Συντελεστής Lambda (Περίσσεια αέρα).....	96

6.2.4	Υπολογισμός περίσσειας αέρα	97
6.2.5	Μονοξείδιο του Άνθρακα	98
6.2.6	Ποσότητα Οξειδίων Αζώτου	98
6.2.7	Θερμοκρασία καυσαερίων	99
6.2.8	Ποσότητα Διοξειδίου του Θείου	99
6.2.9	Αιθάλη (Καπνός)	99
6.3	Αναλυτές συστημάτων ψύξης και αντλιών θερμότητας	99
6.3.1	Μανόμετρο	99
6.3.1.1	Ανοχές στα μετρητικά όργανα διαφορικής πίεσης	101
6.3.2	Όργανα μέτρησης με υπερήχους	101
6.3.2.1	Θερμιδομετρητές.....	101
6.3.3	Αερόμετρα (Παροχόμετρα αέρα)	102
6.3.3.1	Ανεμόμετρα περιστρεφόμενου πτερυγίου	102
6.3.4	Όργανο μέτρησης ποιότητας αέρα (CO ₂)	103
6.4	Μετρητές – Αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας.....	103
6.5	Θερμοκάμερες	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ		107
7.1	Γενικά	107
7.2	Εισαγωγή γενικών στοιχείων	108
7.3	Εισαγωγή στοιχείων θέρμανσης.....	109
7.3.1	Σύστημα παραγωγής θέρμανσης	110
7.3.2	Δίκτυο διανομής θέρμανσης	118
7.3.3	Τερματικές μονάδες θέρμανσης	119
7.3.4	Βοηθητικές μονάδες θέρμανσης	120
7.3.5	Ειδικές περιπτώσεις στο σύστημα θέρμανσης.....	120
7.4	Εισαγωγή στοιχείων ψύξης.....	121
7.4.1	Σύστημα παραγωγής ψύξης	121
7.4.2	Δίκτυο διανομής ψύξης	124
7.4.3	Τερματικές μονάδες ψύξης	124
7.4.4	Βοηθητικές μονάδες ψύξης.....	125
7.4.5	Ειδικές περιπτώσεις στο σύστημα ψύξης	125
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ		126
8.1	Εγκατάσταση με τοπική θέρμανση.....	126
8.2	Λέβητας.....	130
8.2.1	Εισαγωγή Παραμέτρων στο Λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.....	133
8.3	Κλιματισμός	137
8.3.1	Εισαγωγή παραμέτρων στο σχετικό πρόγραμμα	139

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΝΟΨΗ.....	145
Κεφάλαιο 10. Βιβλιογραφία.....	147

1.1 Εισαγωγή

Τον τελευταίο αιώνα με τις ραγδαίες τεχνολογικές και επιστημονικές εξελίξεις, ο άνθρωπος κατάφερε την δημιουργία των πρώτων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού που θα του επέτρεπαν μια πιο άνετη διαβίωση για τον ίδιο αλλά και επιδιώκοντας να διατηρήσει κλιματικές συνθήκες σε εσωτερικούς χώρους εργασίας-παραγωγής προϊόντων, είτε διαμονής και παραμονής του, ανεξάρτητων συνθηκών τόπου και χρόνου που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η τεχνολογία της θέρμανσης και ψύξης/ κλιματισμού έχει φτάσει σε αρκετά υψηλά επίπεδα γιατί πλέον έχει κορυφωθεί ιδιαίτερα η χρησιμότητα και η αναγκαιότητα των συστημάτων αυτών το τελευταίο αιώνα. Αυτό γίνεται διότι, εξυπηρετεί συμφέροντα και ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου ώστε να ελέγξει τις κλιματικές μεταβολές, όπως επίσης και να πετύχει τις επιθυμητές συνθήκες, εξασφαλίζοντας έτσι υγεία και άνεση.

Ο βασικός σκοπός ενός συστήματος θέρμανσης είναι να μην επιτρέπει στη θερμοκρασία ενός χώρου να κατεβαίνει κάτω από μία ελάχιστη τιμή. Έτσι, προσθέτει θερμότητα στο χώρο όποτε χρειάζεται. Η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει βέβαια την σχετική υγρασία του χώρου, η οποία μειώνεται. Όμως, η μεταβολή της σχετικής υγρασίας είναι ανεξέλεγκτη και όχι ελεγχόμενη, όπως είναι στα συστήματα κλιματισμού.

Η θερμότητα πρέπει κάπου να παραχθεί. Όταν παράγεται μέσα στο χώρο, που πρόκειται να θερμανθεί, το σύστημα θέρμανσης ονομάζεται τοπικό σύστημα. Όταν παράγεται σε ένα κατάλληλο χώρο (λεβητοστάσιο) και στη συνέχεια μεταφέρεται στους χώρους, που πρέπει να θερμανθούν, το σύστημα θέρμανσης ονομάζεται κεντρικό σύστημα (i).

Ο όρος κλιματισμός μπορεί να αναφέρεται σε οποιαδήποτε μορφή της ψύξης, εξαερισμού ή απολύμανσης που τροποποιεί την κατάσταση του αέρα. Σύστημα κλιματισμού είναι μια συσκευή, σύστημα ή μηχανισμός που σταθεροποιηθεί τη θερμοκρασία του αέρα και την υγρασία εντός της περιοχής που χρησιμοποιείται για την ψύξη, καθώς και τη θέρμανση ανάλογα με τις ιδιότητες του αέρα σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, συνήθως με τη χρήση του κύκλου ψύξης αλλά μερικές φορές με τη χρήση της εξατμίσσης, πλέον κοινώς άνεση για την ψύξη των κτιρίων και αυτοκινήτων οχημάτωνⁱⁱ.

Τα συστήματα θέρμανσης/ ψύξης για να είναι ενεργειακά αποδοτικά, πρέπει να λειτουργούν με το βέλτιστο τρόπο. Αν τα συστήματα αυτά για οποιοδήποτε λόγο παρουσιάζουν απώλειες είτε στην παραγωγή ή στη διανομή ή ακόμα και στην απόδοση (θέρμανσης/ ψύξης), τότε είναι ενεργειακά μη αποδοτικά. Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί στην εύρεση πιθανών ελαττωμάτων/ απωλειών σε όλο το σύστημα (παραγωγή/ διανομή/ απόδοση).

Εάν και εφόσον, ο ενεργειακός επιθεωρητής εντοπίσει τις απώλειες ενέργειας του συστήματος, θα προτείνει τρόπους αντιμετώπισης τους, για να γίνει βελτιστοποίηση της λειτουργίας του. Με αυτό το τρόπο, η ενεργειακή απόδοση του συστήματος θα είναι υψηλότερη. Γι' αυτό το λόγο, η ενεργειακή επιθεώρηση σε αυτά τα συστήματα μπορεί να εξοικονομήσει σημαντική ποσότητα κατανάλωσης ενέργειας, κατανάλωσης καυσίμων, μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, επέκταση του χρόνου ζωής της εγκατάστασης και σε περίπτωση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας μία μείωση στο σύνολο των επόμενων λογαριασμών.

1.2 Σκοπός και Δομή της Εργασίας

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ανοδική πορεία στο επάγγελμα του ενεργειακού επιθεωρητή. Λόγω των αλλαγών στη νομοθεσία, ενεργειακές επιθεωρήσεις στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, γίνονται όλο και πιο συχνά. Ειδικά σε επαγγελματικές εγκαταστάσεις όπως βιομηχανίες παραγωγής και ξενοδοχειακές μονάδες, οι οποίες έχουν συστήματα θέρμανσης/ψύξης μεγάλης ισχύος, χρειάζονται ακόμα συχνότερη επιθεώρηση των συστημάτων τους (π.χ. μία φορά το χρόνο).

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας, ήταν η διεξοδική μελέτη των διαδικασιών ενεργειακής επιθεώρησης αυτών των συστημάτων και η κατασκευή ενός οδηγού για να χρησιμοποιηθεί από τον μελλοντικό ενεργειακό επιθεωρητή. Επιπρόσθετα, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να ο επιθεωρητής να γνωρίζει τον τρόπο λειτουργίας όλων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Σε αυτά τα συστήματα γίνονται εκτενείς αναφορές σε εκείνα που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια. Στις διαδικασίες ενεργειακής επιθεώρησης, αυτών των συστημάτων γίνεται πλήρη αναφορά στα όργανα και τον τρόπο που πρέπει να τα χρησιμοποιεί ο επιθεωρητής για να κάνει σωστά την επιθεώρηση. Τέλος, για τη πλήρη κατανόηση μίας ενεργειακής επιθεώρησης έγιναν τρία παραδείγματα επιθεώρησης.

1.2.1 Δομή Εργασίας

Αρχικά, στο Κεφάλαιο 2 μελετήσαμε όλα τα νομοθετικά πλαίσια που έχουν να κάνουν με μία τέτοια ενεργειακή επιθεώρηση από τις οδηγίες TOTEE καθώς και το ΦΕΚ 2367 τεύχος β. Στο τελευταίο υποκεφάλαιο έγινε αναλυτική αναφορά στις διαφορές της παλιάς με τη νέα νομοθεσία. Μετά, στο Κεφάλαιο 3 είδαμε τον τρόπο λειτουργίας πολλών ευρέως διαδεδομένων τοπικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, με έμφαση σε εκείνα που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια. Εκεί αναφέρθηκαν πολλά σχετικά με την κατανάλωση τους, τη θερμαντική τους απόδοση στο χώρο και τις συνηθισμένες τιμές στην αγορά λιανικής.

Στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 4 έγινε πλήρη αναφορά στη λειτουργία της παραγωγής (ανάλογα με το καύσιμο) κεντρικής θέρμανσης, στο δίκτυο διανομής και τις τερματικές μονάδες. Έπειτα, στο Κεφάλαιο 5 αναλύθηκε ο τρόπος λειτουργίας και τα είδη των αντλιών θερμότητας, με έμφαση στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχουν. Στα τελευταία υποκεφάλαια αναφέρθηκαν οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, τα συστήματα VRV/ VRF, καθώς και η τεχνολογία inverter και τα πλεονεκτήματα που προσφέρει.

Ακόμη, στο 0 έγινε μία εκτενής παρουσίαση των οργάνων πιστοποίησης θέρμανσης/ψύξης που χρειάζεται ένας ενεργειακός επιθεωρητής για να κάνει μία επιθεώρηση. Μετά, στο Κεφάλαιο 7 εξηγήθηκε ο τρόπος εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα του KENAK. Σε όλα τα υποκεφάλαια, για τη καλύτερη εμπέδωση της εισαγωγής των δεδομένων υπάρχουν εικόνες ξεχωριστά για τη συμπλήρωση του κάθε κελιού.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 8 έγιναν παραδείγματα ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων τοπικής ηλεκτρικής θέρμανσης, κεντρικής θέρμανσης (λέβητα) και ψύξης (κλιματισμού). Ανακεφαλαιώνοντας, στο 0 έγινε μία συνολική σύνοψη των αρμοδιοτήτων ενός ενεργειακού επιθεωρητή και τα σημεία προσοχής κατά τη διάρκεια μίας ενεργειακής επιθεώρησης.

2.1 Γενικά

Σύμφωνα με την εφημερίδα της κυβερνήσεως (ΦΕΚ 12 Ιουλίου 2017, Αριθμός φύλλου 2367, Τεύχος Δεύτερο) έγινε έγκριση του ισχύοντος κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Ο κανονισμός αυτός διαμορφώνει το πλαίσιο αρχών και καθορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ειδικότερα, ο σκοπός του κανονισμού είναι η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων.

Για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός πρέπει να γίνει ένας ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός του κελύφους του κτιρίου, με χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Επίσης, είναι πολλή σημαντική η ενεργειακή επιθεώρηση όλων των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Γι' αυτό το λόγο καθορίζονται από τις τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ) η εφαρμογή των διαδικασιών ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

2.2 Επιθεώρηση λεβήτων /κλιματιστικών σημαντικής ισχύος

Μία ενεργειακή επιθεώρηση συστήματος θέρμανσης διενεργείται μόνο σε λέβητες συνολικής ωφέλιμης ισχύος άνω των 20 kW.

-Κάθε 5 έτη πραγματοποιείται επιθεώρηση των λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης άνω των 20 kW και έως 100 kW.

-Κάθε 2 έτη πραγματοποιείται επιθεώρηση των λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης άνω των 100 kW.

-Κάθε 4 έτη πραγματοποιείται επιθεώρηση των λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης άνω των 100 kW εφόσον το καύσιμο είναι αέριο.

Ενώ αν πάμε στη κατηγορία των συστημάτων κλιματισμού, η ενεργειακή επιθεώρησή τους πραγματοποιείται κάθε 5 έτη. Η οποία διενεργείται σε ψυκτικά συγκροτήματα ωφέλιμης ισχύος άνω των 12 kW (ή άνω των 40.945 Btu/ h).

2.3 Έκθεση επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης / κλιματισμού

Έπειτα από κάθε επιθεώρηση συστήματος θέρμανσης ή κλιματισμού συντάσσεται έκθεση επιθεώρησης, η οποία και δίνεται στον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή ή ενοικιαστή του κτιρίου. Η έκθεση περιέχει το αποτέλεσμα της επιθεώρησης που διενεργήθηκε και περιλαμβάνει συστάσεις για την οικονομικώς συμφέρουσα βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του επιθεωρούμενου συστήματος ή την αντικατάστασή του. Οι συστάσεις μπορούν να βασίζονται σε σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης του επιθεωρούμενου συστήματος με εκείνη του βέλτιστου διαθέσιμου εφικτού συστήματος και συστήματος παρόμοιου τύπου για το οποίο όλα τα συναφή στοιχεία επιτυγχάνουν το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης που απαιτείται από την ισχύουσα νομοθεσία.

2.4 Τρόπος ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων σύμφωνα με την τρέχουσα νομοθεσία

Η ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού διενεργείται μόνο από ενεργειακούς επιθεωρητές, εγγεγραμμένους στο προβλεπόμενο από το άρθρο 54 του ν.4409/2016, μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών και σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 14 του ν.4122/2013ⁱⁱⁱ. Η διαδικασία επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Την ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης των συστημάτων θέρμανσης /κλιματισμού του κτιρίου στον ενεργειακό επιθεωρητή κατόπιν πρόσκλησης από τον ιδιοκτήτη /διαχειριστή του κτιρίου. Κατά την ανάθεση καθορίζονται με έγγραφη συμφωνία οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών, του ενεργειακού επιθεωρητή (όπως σύνταξη έκθεσης επιθεώρησης κ.ά.) και του ιδιοκτήτη / διαχειριστή (όπως παροχή γενικών πληροφοριών για τη χρήση και κατασκευή του κτιρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, παράδοση της άδειας δόμησης και τυχόν αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων του κτιρίου ως κατασκευασθέντος, του δελτίου εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης, του φύλλου συντήρησης και ρύθμισης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης κ.ά.), για τη διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης.

2. Την ηλεκτρονική απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου (ΑΠ) ενεργειακής επιθεώρησης, κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου σε ειδική μερίδα του προβλεπόμενου, από το άρθρο 54 του ν.4409/2016, αρχείου επιθεωρήσεως κτιρίων. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική καταχώρηση της έκθεσης επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης /κλιματισμού.

3. Τον επιτόπιο έλεγχο του ενεργειακού επιθεωρητή στα προσβάσιμα τμήματα των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης /κλιματισμού του κτιρίου (όπως οι αντλίες θερμότητας, οι κλιματιστικές μονάδες, οι μονάδες παραγωγής θερμότητας, το σύστημα ελέγχου, οι κυκλοφορητές κ.ά.), την επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και την καταγραφή όλων των απαραίτητων στοιχείων για τη σύνταξη της έκθεσης επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης /κλιματισμού. Στον ενεργειακό επιθεωρητή παρέχεται από τον ιδιοκτήτη η δυνατότητα επίσκεψης των εσωτερικών κοινόχρηστων και ιδιόκτητων χώρων που πρόκειται να επιθεωρήσει. Τα στοιχεία που καταγράφονται λαμβάνονται από το δελτίο εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης και το φύλλο συντήρησης και ρύθμισης της καύσης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης (Εικόνα 1).

4.1. Για επιθεώρηση **συστημάτων θέρμανσης**: την επεξεργασία των στοιχείων και την αξιολόγηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα και του μεγέθους του (ονομαστική ισχύς), σε σχέση με τις απαιτήσεις θέρμανσης του κτιρίου. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα θέρμανσης, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα, τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης.

4.2. Για επιθεώρηση **συστημάτων κλιματισμού**: το σύστημα αερισμού, εφόσον υπάρχει, επιθεωρείται με το σύστημα κλιματισμού. Για το λόγο αυτό, στη διαδικασία επιθεώρησης του συστήματος κλιματισμού περιλαμβάνεται και η επιθεώρηση του συστήματος αερισμού και των κλιματιστικών μονάδων που υπάρχουν στο κτίριο ή τμήμα αυτού.

4.3. Για επιθεώρηση **συστημάτων κλιματισμού**: την επεξεργασία των στοιχείων και την αξιολόγηση του βαθμού απόδοσης του συστήματος κλιματισμού και του μεγέθους του (ονομαστική ισχύς), σε σχέση με τις απαιτήσεις ψύξης/ θέρμανσης του κτιρίου. Επιπλέον,

λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές για όμοια συστήματα κλιματισμού, όπως καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα, τα οποία βασίζονται σε τυπολογίες συστημάτων κλιματισμού.

5. Τη σύνταξη της έκθεσης επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, διαπιστώσεις και συστάσεις για την οικονομικώς συμφέρουσα βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του επιθεωρούμενου συστήματος ή την αντικατάστασή του. Οι συστάσεις βασίζονται στα αποτελέσματα της επιθεώρησης, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαθεσιμότητα νέων τεχνολογιών. Για τη σύνταξη των συστάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης ο ενεργειακός επιθεωρητής δύναται να ανατρέχει σε κατάλογο προτεινόμενων συστάσεων, όπως καθορίζονται με τη σχετική οδηγία του TOTEE.

Τέτοιες συστάσεις βελτίωσης (όπως αναφέρουν οι οδηγίες του TOTEE) μπορεί να είναι :

1. Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, είναι κάποιες αλλαγές που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτηριακό κέλυφος (όμως εμείς δεν θα αναφερθούμε σε αυτές)

2. Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με την εφαρμογή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) Μία τέτοια μπορεί να είναι η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης των χώρων.

3. Εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών για ψύξη και θέρμανση. Αυτά τα συστήματα παρουσιάζουν συντελεστές αποδόσεων, $COP^i \geq 5,0$ και $EER^{ii} \geq 4,5$.

4. Χρήση Η/Μ συστημάτων υψηλής θερμικής απόδοσης (λέβητες, ψυκτικά μηχανήματα, φωτιστικά κ.ά.) για περιορισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Χρήση πολυβάθμιων Η/Μ συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, προκειμένου να γίνει κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλές αποδόσεις.

5. Χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS). Οι θερμοστάτες και χρονοδιακόπτες ελέγχου είναι ιδιαίτερα αποδοτικός εξοπλισμός.

Ο επιθεωρητής πριν προβεί στις συστάσεις και προτάσεις για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ενημερώνεται από τον αρμόδιο υπεύθυνο του κτηρίου για τυχόν επιπλέον προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτήριο σχετικά με την λειτουργία του. Για περισσότερες προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης/ ψύξης ή ακόμα και του κτιρίου γενικά, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να ανατρέξει στη παράγραφο 8.3 του TOTEE^{iv}.

6. Την ηλεκτρονική υποβολή και καταχώριση ειδική μερίδα του Αρχείου Επιθεώρησης Κτιρίων, την έκδοση της έκθεσης επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης/ ψύξης και την παράδοση των συμφωνημένων αντιγράφων αυτής, σφραγισμένων και υπογεγραμμένων, στον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή, με μέριμνα του ενεργειακού επιθεωρητή.

7. Τέλος, καθορίζονται τυχόν επιπρόσθετα στοιχεία που απαιτούνται για την ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης και το περιεχόμενο της έκθεσης επιθεώρησης συστήματος θέρμανσης /ψύξης.

ⁱ Coefficient of Performance

ⁱⁱ Energy Efficiency Ratio

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

(ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΟΥ ΠΕΡΠΑ)

Α. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. ΟΔΟΣ/ΑΡΙΘΜ./ΣΥΝΟΙΚΙΑ _____ | 5. ΤΥΠΟΣ ΛΕΒΗΤΑ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ-ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ _____ |
| 2. ΕΙΔΟΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ _____ | 6. ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ-ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ _____ |
| 3. ΟΝΟΜΑΤ/ΜΟ ΥΠΕΥΘΥΝΟΥ / ΤΗΛ _____ | 7. ΠΑΡΟΧΗ ΜΠΕΚ _____ GPH |
| 4. ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΕΒΗΤΑ _____ KW | 8. ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ _____ Nm ³ /h |

Β. ΕΡΓΑΣΙΑ

- | A/A | ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ | ΣΗΜΕΙΩΣΤΕ ΜΕ X |
|-----|--|----------------|
| 1. | ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΛΕΒΗΤΑ | _____ |
| 1. | ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΙΝΑΔΟΣ | _____ |
| 1. | ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ Ή ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΠΕΚ | _____ |
| 1. | ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΚΙΔΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟΥ ΙΟΝΙΣΜΟΥ | _____ |
| 1. | ΔΟΚΙΜΗ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΕΒΗΤΑ - ΚΑΥΣΤΗΡΑ | _____ |
| 1. | ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ ΑΕΡΑ - ΚΑΥΣΙΜΟΥ | _____ |
| 1. | ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ | _____ |
| 1. | ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ - ΚΑΥΣΙΜΟΥ | _____ |
| 1. | ΆΛΛΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ | _____ |



Γ. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- | | |
|--|---|
| 1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ _____ °C | 7. ΟΞΥΓΟΝΟ _____ O ₂ % |
| 2. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ ΛΕΒ/ΣΙΟΥ _____ °C | 8. ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ _____ CO ppm |
| 3. ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΘΑΛΗΣ (BACHARACH) _____ | 9. ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ _____ NO ppm |
| 4. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ _____ %κ.ό | 10. ΠΙΕΣΗ ΗΡΕΜΙΑΣ (ΑΕΡΙΟΥ) _____ mbar |
| 5. ΕΑΚΥΣΜΟΣ _____ mbar | 11. ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (ΑΕΡΙΟΥ) _____ mbar |
| 6. ΠΕΡΙΣΣΙΑ ΑΕΡΑ _____ λ | 12. ΠΙΕΣΗ ΜΠΕΚ (ΑΕΡΙΟΥ) _____ mbar |
| | 13. ΠΙΕΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ _____ bar |

Δ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

- | |
|---|
| 1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ _____ % |
| 2. ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ _____ % |
| 3. ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ _____ Kg/h ή m ³ /h |

Οι μετρήσεις δείχνουν ότι είναι:
Εντός Εκτός
των προβλεπόμενων ορίων

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

*Σε περίπτωση αδυναμίας ρύθμισης του καυστήρα να αναφέρονται λεπτομερώς οι αιτίες

Με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 10315/93, η συντήρηση και ρύθμιση των σταθερών εστιών καύσης είναι υποχρεωτική και τίθενται όρια σωστής λειτουργίας.
Η συντήρηση και ρύθμιση του συγκροτήματος λέβητα-καυστήρα γίνεται μόνο από αδειούχους τεχνίτες σύμφωνα με τα Π. Δ. 511/77, 97/87 και Π. Δ. 362/01.

ΣΤ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΤΗ

ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ ΔΕΚΗΣΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΟΣ _____
(βάσει της κείμενης νομοθεσίας)

ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ _____

Ο ΣΥΝΤΗΡΗΤΗΣ (Υπογραφή) _____

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ (Υπογραφή) _____

Εικόνα 1 : Τυπικό φύλλο ελέγχου και συντήρησης λέβητα

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΧΡΗΣΗ: <input type="checkbox"/> Κτηριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτηρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας: _____ Κάτοικη Ζώνη: _____ Διεύθυνση: _____ Τ.Κ.: _____ Πόλη: _____ Έτος κατασκευής: _____ Συνολική επιφάνεια [m ²]: _____ Θερμανόμενη επιφάνεια [m ²]: _____ Όνομα ιδιοκτήτη: _____	
	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	
	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
	EP < 6,35 kWh/m ² A+	
	6,35 kWh/m ² < EP < 8,5 kWh/m ² A	
	8,5 kWh/m ² < EP < 11 kWh/m ² B+	
	11 kWh/m ² < EP < 13 kWh/m ² B	
	13 kWh/m ² < EP < 14 kWh/m ² Γ	
	14 kWh/m ² < EP < 15,5 kWh/m ² Δ	
15,5 kWh/m ² < EP < 18 kWh/m ² E		
18 kWh/m ² < EP < 22,7 kWh/m ² Z		
22,7 kWh/m ² < EP H		
2,73 kWh/m ² < EP		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου αναφοράς [kWh/m ²]: _____		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²]: _____		
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂ :	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²]: _____ Κόστος [kWh/m ²]: _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: _____	Παύση αέρα <input type="checkbox"/>	

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ				
	Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση		Συντελεστής στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (%)
	Ηλεκτρική	Θέρμανση Φυτεριών	Ψύξη	ZHX	
	Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX
		Φυσικό αέριο	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX
		Άλλο:	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX
	ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση Φυτεριών	Ψύξη	ZHX
		Βιομάζα	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX
		Γεωθερμία	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX
		Άλλο:	Θέρμανση Φυτεριών	Ψύξη	ZHX
Σύνολο					
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m ²]					
Θέρμανση:		Ψύξη:			
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZHX):		Φυτεριές:			
ΑΠΕ & ZHX: {-}					
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ					
1. _____					
2. _____					
3. _____					
Αριθμός συστήσης	Εκτιμώμενη ετήσια κίνηση απόδοσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και της ενέργειας* [kWh/m ²]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας* [€]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
1					
2					
3					
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και της ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Όμοια για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.					
Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ:				Σφραγίδα:	
Όνομα υπεύθυνου Επιθεώρησης:					
Α.Μ. Επιθεώρησης:				Υπογραφή:	

Εικόνα 2 : Ενεργειακό πιστοποιητικό

2.5 Διαφορές της παλιάς με τη νέα νομοθεσία

Οι προσθήκες, τροποποιήσεις και διευκρινήσεις που έγιναν από τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ) στο νέο κείμενο 20701-1/2010⁹ είναι οι παρακάτω. Ως νέες προσθήκες έχουμε τις παρακάτω παραγράφους:

Στην Ενότητα 1.2. «Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης και Πιστοποίησης Κτηρίων», έχουμε την εξής προσθήκη:

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται ως καύσιμο πετρέλαιο κίνησης (συστήματα συμπαραγωγής, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης κ.ά.), ο συντελεστής μετατροπής του σε πρωτογενή ενέργεια είναι ο ίδιος με αυτόν του πετρελαίου θέρμανσης. Επίσης, ο συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια της βιομάζας είναι ο ίδιος τόσο για την ακατέργαστη βιομάζα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα κ.ά.) όσο και για την τυποποιημένη βιομάζα όπως τα συσσωματώματα (pellets) κ.ά.

Στην Ενότητα 1.5. «Κατηγορίες Κτηρίων», διευκρινίζεται ότι:

Οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, τόσο κατά την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επί μέρους τμημάτων του κτηρίου.

Στην ενότητα 2.2. «ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ», τροποποιείται η παράγραφος ως εξής:

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του όγκου του κτηρίου ή/ και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Επίσης, δευτερεύοντες βοηθητικοί

χώροι που δεν θερμαίνονται και που συνδέονται λειτουργικά με μια θερμική ζώνη (π.χ. αποθηκευτικός χώρος εντός διαμερίσματος, ψευδοροφή που διαχωρίζεται από το θερμαινόμενο χώρο με δομικό στοιχείο που δεν είναι θερμομονωμένο) λαμβάνονται ως τμήμα της θερμικής ζώνης.

Στην ενότητα 2.2. «ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ», διαγράφεται η παράγραφος με τους μη θερμαινόμενους χώρους και προστίθεται παράγραφος ως εξής:

Στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής μελέτης απόδοσης ενός κτηρίου καθορίζονται και οι θερμαινόμενοι χώροι (ή θερμικές ζώνες) και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (Μ.Θ.Χ.) καθώς (και οι ηλιακοί χώροι – (π.χ. αίθρια), που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι και οι ηλιακοί χώροι του κτηρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων και των ηλιακών χώρων θεωρούνται μηδενικά. Ωστόσο, συμμετέχουν δυναμικά στον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση και ψύξη των θερμαινόμενων χώρων (θερμικές ζώνες) και για το λόγο αυτό περιγράφονται και καθορίζονται με την ίδια ακρίβεια όπως και οι θερμικές ζώνες.

Επισημαίνεται ότι ειδικά κατά την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης τμήματος κτηρίου και μόνο (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, θεωρείται κατά παραδοχή ότι εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ' αυτήν την περίπτωση, όλα τα δομικά στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με το μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, ανοίγματα κ.ά.), περιγράφονται ως εφαπτόμενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου (δηλαδή πολλαπλασιαζόμενο επί μειωτικό συντελεστή $b=0,5$) και με πλήρη σκίαση (μηδενικό συντελεστή σκίασης) χειμώνα και καλοκαίρι. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U γίνεται βάσει της πραγματικής θέσης του δομικού στοιχείου, δηλαδή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

Στην ενότητα 2.4.2 «Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων», προστίθενται εδάφιο στην τελευταία παράγραφο ως εξής:

Για κάθε κατηγορία και υποκατηγορία κλιματιζόμενων κτηρίων ή τμημάτων κτηρίων, οι τιμές σχετικής υγρασίας για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων καθορίζονται από τον πίνακα 2.2. Σε περιπτώσεις κτηρίων ή χώρων κτηρίων όπου η επιθυμητή τιμή της σχετικής υγρασίας διαφοροποιείται από τις τιμές του πίνακα 2.2. κατά τον σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης λόγω ειδικών απαιτήσεων, θα πρέπει να αιτιολογείται με σαφήνεια στην αντίστοιχη μελέτη.

Στην ενότητα 2.5. «ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ», τροποποιείται η ακόλουθη παράγραφος και ο πίνακας 2.5.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. καθορίστηκε, σύμφωνα με τον πίνακα 2.5., η τυπική ημερήσια κατανάλωση του Ζ.Ν.Χ. ανά άτομο/χρήστη του υπό μελέτη κτηρίου ή της υπό μελέτη ζώνης, καθώς επίσης και η ετήσια κατανάλωση:

- ανά υπνοδωμάτιο για τις κατοικίες (όπου υπό τον όρο υπνοδωμάτιο πρέπει να λογίζονται όλοι οι χώροι που σχεδιάστηκαν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως

υπνοδωμάτια, χωρίς λειτουργικά προβλήματα, ανεξαρτήτως της υφιστάμενη χρήση τους),

- ανά κλίνη για τα κτήρια προσωρινής διαμονής και περίθαλψης
- ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για όλες τις υπόλοιπες χρήσεις κτηρίων.

Οι τιμές του πίνακα 2.5. λαμβάνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία και τις τυπικές τιμές που προτείνει το πρότυπο ΕΛΟΤ (EN 15316.3.1:2008) για ορισμένες χρήσεις κτηρίων και λαμβάνονται χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου. Προκειμένου για τον υπολογισμό του απαιτούμενου θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ., οι καταναλώσεις του πίνακα 2.5 αναφέρονται σε θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης 45°C, η οποία λαμβάνεται και κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Σε ορισμένες χρήσεις κτηρίων, σύμφωνα με το παραπάνω πρότυπο, λόγω περιορισμένης ζήτησης, η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται ως μηδενική για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, τόσο κατά την ενεργειακή μελέτη όσο και για την ενεργειακή επιθεώρηση.

Διευκρινίζεται επίσης, πως οι υπολογισμοί της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ. γίνονται βάσει των τετραγωνικών που καταλαμβάνει η χρήση για την οποία υπάρχει απαίτηση Ζ.Ν.Χ. και όχι για το σύνολο του κτηρίου. Η επιφάνεια των κοινόχρηστων βοηθητικών χώρων των κτηρίων, π.χ. διάδρομοι, κλιμακοστάσια, λουτρά (WC), δεν συνυπολογίζεται για τον καθορισμό των απαιτήσεων Ζ.Ν.Χ. Έτσι, στην περίπτωση που οι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι ενσωματώνονται σε μια μεγαλύτερη θερμική ζώνη, το εμβαδό τους δεν λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό της κατανάλωσης Ζ.Ν.Χ., ενώ στην περίπτωση όπου οι χώροι αυτοί οριστούν ως ξεχωριστές θερμικές ζώνες, η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. λαμβάνεται μηδενική. Σε κάθε περίπτωση, τα στοιχεία των υπολογισμών για το σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής και διανομής Ζ.Ν.Χ. θα πρέπει να καθορίζονται με σαφήνεια, στη σχετική μελέτη διαστασιολόγησης.

Στην ενότητα 4.1.2. «Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας», τροποποιείται η τελευταία παράγραφος ως εξής:

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, τότε θεωρείται ότι θερμαίνεται όπως το κτήριο αναφοράς, με λέβητα θερμού νερού με καυστήρα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας (90 έως 70°C) και θερμική απόδοση 93,5%. Αντίστοιχα, όταν το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει συστήματα θέρμανσης, τα οποία καλύπτουν τμήμα του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης (δηλαδή δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης, παράγραφος 2.4), τότε θεωρείται ότι και το υπόλοιπο μη θερμαινόμενο τμήμα θερμαίνεται όπως το κτήριο αναφοράς, με λέβητα θερμού νερού με καυστήρα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας (90 έως 70°C) και θερμική απόδοση 93,5%.

Στην ενότητα 4.1.2.1. «Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα - καυστήρα», τροποποιείται η δεύτερη παράγραφος και η σχέση 4.1 ως εξής:

Για τις υφιστάμενες μονάδες θέρμανσης χώρων λέβητα - καυστήρα ο πραγματικός βαθμός απόδοσης και η πραγματική θερμική ισχύς P_m προσδιορίζονται από την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την 189533/2011 και αναγράφονται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης. Ο επιθεωρητής λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα P_m , ελέγχει την περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας λέβητα -καυστήρα, συγκρίνοντας την με την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ P_{gen} στη μελέτη εφαρμογής θέρμανσης του κτηρίου. Σε περίπτωση που μια τέτοια

μελέτη εφαρμογής θέρμανσης δεν υπάρχει, ο επιθεωρητής συγκρίνει την πραγματική θερμική ισχύ P_m της μονάδας με αυτήν που υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_{gen} = (A \cdot U_m \cdot 1.5 + V/3) \Delta T \quad (1),$$

Σε περίπτωση που η υφιστάμενη μονάδα λέβητα-καυστήρα του κτηρίου, καλύπτει παράλληλα τις ανάγκες για θέρμανση χώρων και παροχής ζεστού νερού χρήσης, τότε στη σχέση 1 θα πρέπει να προστεθεί και το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης. Στην περίπτωση που η υπολογιζόμενη μέγιστη θερμική ισχύς P_{gen} είναι μικρότερη από 20 kW, τότε λαμβάνεται ίση με 20 kW. Όπου U_m ο μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας και V ο όγκος του νώπου άερα στο θερμαινόμενο χώρο.

Από τη πρώτη παράγραφο της ενότητας 4.1.2.2. «Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας» αφαιρέθηκε η εξής πρόταση:

Σύμφωνα με το πρότυπο EN 14511: 20078 και την Eurovent^{vi}, κάθε αντλία θερμότητας πρέπει να συνοδεύεται από την έκδοση πιστοποιητικού απόδοσης λειτουργίας σε διάφορες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμικού μέσου, όπως καθορίζονται στα πρότυπα.

Στην ίδια ενότητα 4.1.2.2. «Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας» τροποποιείται η τέταρτη παράγραφος ως εξής:

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο βαθμός επίδοσης COP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης τού ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

Η ενότητα 4.1.2.6. «Βαθμός απόδοσης τοπικών μονάδων αέριων καυσίμων» τροποποιείται ως εξής: 4.1.2.6. «Βαθμός απόδοσης τοπικών μονάδων αέριων ή υγρών καυσίμων»

Για τις τοπικές μονάδες αέριων ή υγρών καυσίμων (θερμάστρες υγραερίου, φυσικού αερίου, πετρελαίου κ.ά.) η θερμική απόδοση λαμβάνεται ίση με την ονομαστική θερμική απόδοση του κατασκευαστή που αναγράφεται επάνω στην κάθε συσκευή. Σε περίπτωση έλλειψης αυτών των στοιχείων, η θερμική απόδοση τους λαμβάνεται 100% αν δεν διαθέτει καπνοδόχο και 70% αν διαθέτει καπνοδόχο.

Η ενότητα 4.1.2.7. «Βαθμός απόδοσης ανοικτών εστιών καύσης» τροποποιείται ως εξής:

Οι ανοικτές εστίες καύσης (σόμπες, τζάκια κ.ά.) έχουν πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης και η ισχύς τους είναι ανάλογη με την εστία καύσης. Συνήθως μια εστία καύσης έχει τη δυνατότητα κάλυψης του θερμικού φορτίου ενός χώρου 30 m². Ο μέσος θερμικός βαθμός απόδοσης για τα παραδοσιακά τζάκια εκτιμάται σε 25%, ενώ για τα ενεργειακά τζάκια και τις σόμπες 50%. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από τον κατασκευαστή για την θερμική ισχύ και απόδοση μιας εστίας καύσης, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων δύναται να χρησιμοποιούνται οι προαναφερόμενες τιμές.

Η ενότητα 4.1.2.8. «Ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου ζώνης» τροποποιείται ως εξής:

Κάθε μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας καλύπτει μέρος ή το σύνολο του απαιτούμενου θερμικού φορτίου μιας θερμικής ζώνης του κτηρίου. Όταν το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για μια θερμική ζώνη καλύπτεται με περισσότερες από μία μονάδες παραγωγής θερμότητας (μη εφεδρικό), το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ανά μονάδα κατανέμεται βάσει της

αποδιδόμενη θερμική ισχύος της εκάστοτε μονάδας παραγωγής θερμότητας. Σημειώνεται ότι, για κάθε μήνα, το σύνολο των ποσοστών κάλυψης του θερμικού φορτίου από τα διάφορα συστήματα πρέπει να ισούται με τη μονάδα (100%).

Η περίπτωση α) της ενότητας 4.2.1. «Ελάχιστες Απαιτήσεις και Προδιαγραφές Κτηρίου Αναφοράς» διαγράφεται και οι υπόλοιπες αναριθμούνται.

Στο τέλος της ενότητας 4.2.2 «Απόδοση Μονάδας Ψύξης», προστίθεται παράγραφος ως εξής:

Σε περίπτωση που το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης ή διαθέτει σύστημα που καλύπτει τμήμα του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, τότε το μη ψυχόμενο τμήμα θεωρείται ότι ψύχεται όπως ακριβώς και το κτήριο αναφοράς.

Στην ενότητα 4.2.2.1. «Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών», τροποποιείται η ακόλουθη παράγραφος ως εξής:

Η τιμή του EER προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής ψυκτικού μέσου. Η απόδοση των ψυκτών και αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Η ενότητα 4.2.2.2. «Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας απορρόφησης - προσρόφησης», τροποποιείται ως εξής: 4.2.2.2. Βαθμός απόδοσης ψυκτικών μονάδων αντλιών θερμότητας απορρόφησης -προσρόφησης

Οι ψυκτικές μονάδες απορρόφησης – προσρόφησης, αποδίδουν (παράγουν) ψυκτική ενέργεια απορροφώντας (καταναλώνοντας) τη θερμική ενέργεια μιας πηγής και έχουν δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER ο οποίος εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία της πηγής και το βαθμό αξιοποίησης θερμικής ενέργειας (kW_{th}). Η θερμική ενέργεια μπορεί να προέρχεται είναι από μονάδα Σ.Η.Θ., από ηλιακούς συλλέκτες (ηλιακή ψύξη), τηλεθέρμανση κ.ά. Πέρα από τη θερμότητα που καταναλώνουν οι μονάδες απορρόφησης – προσρόφησης, καταναλώνουν επίσης μια πολύ μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας (για λειτουργία βοηθητικών συστημάτων, όπως κυκλοφορητές και ανεμιστήρες), που κυμαίνεται από 0,10 έως 0,25 kWh_{el}/kWh_c (απορροφούμενη ηλεκτρική προς αποδιδόμενη ψυκτική ενέργεια).

Σε περίπτωση ψυκτικών μονάδων απορρόφησης - προσρόφησης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ως δείκτης αποδοτικότητας EER λαμβάνεται ο λόγος της αποδιδόμενης (ωφέλιμης) ψυκτικής προς τη συνολικά απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) θερμική και ηλεκτρική (βοηθητική) ισχύ [$kW_c/(kW_{th}+kW_{el})$], σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης της μονάδας ψύξης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης όπως δίνονται από τον κατασκευαστή. Η τιμή του δείκτη αποδοτικότητας θα μειώνεται κατά το βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής θερμότητας (λέβητα κ.τ.λ.) ή του εναλλάκτη θερμότητας (από ηλιακούς συλλέκτες ή από Σ.Η.Θ. ή από τηλεθέρμανση κ.τ.λ.). Σε περίπτωση σημαντικών βλαβών ή διαρροών στον εναλλάκτη θερμότητας, η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου διανομής θερμού μέσου από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας (π.χ. Σ.Η.Θ.) μέχρι και τον εναλλάκτη της μονάδας ψύξης χώρων θεωρούνται μηδενικές.

Η δεύτερη παράγραφος της ενότητας 4.2.3. «Ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου ζώνης» τροποποιείται ως εξής:

Ιδιαίτερα για τα συστήματα ψύξης των κτηρίων κατοικίας, το ποσοστό κάλυψης του συνολικού ψυκτικού φορτίου μπορεί να περιοριστεί μέχρι και 50%, όπως και στο κτήριο αναφοράς. Διευκρινίζεται ωστόσο, πως ακόμη και για τα κτήρια κατοικιών, όταν το σύστημα ψύξης καλύπτει τμήμα του κτηρίου μεγαλύτερο από 50% και είναι κεντρικό χωρίς δυνατότητα κάλυψης μερικών μόνο χώρων, τότε το συνολικό ποσοστό κάλυψης θα πρέπει να αντιστοιχεί στην πραγματικότητα και όχι να περιορίζεται στο 50% (π.χ. κεντρική καναλάτη μονάδα που λειτουργεί ενιαία για όλη την κατοικία με κάλυψη 70%, θα πρέπει να αξιολογηθεί με ποσοστό κάλυψης στους υπολογισμούς 70%).

Στην ενότητα 4.3.1. «Δίκτυα διανομής και αεραγωγών κτηρίου αναφοράς», τροποποιείται η πέμπτη παράγραφος ως εξής:

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα αυτού δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. λαμβάνεται υπόψη για τους υπολογισμούς ότι θερμαίνεται και ψύχεται. Σ' αυτήν την περίπτωση οι απώλειες του δικτύου διανομής λαμβάνονται 5%, εκτός από το κτήριο αναφοράς για κατοικία που διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας για ψύξη και οι απώλειες δικτύου διανομής ψύξης λαμβάνονται μηδενικές.

Στην ενότητα 4.3.4. «Απώλειες δικτύων διανομής», τροποποιούνται οι ακόλουθες παράγραφοι ως εξής:

Αντίθετα, σε περίπτωση διέλευσης από εξωτερικούς χώρους του κτηρίου, οι θερμικές απώλειες αυξάνονται. Για αεραγωγούς που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους και είναι μονωμένοι σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., που αναφέρονται στην παράγραφο 4.3.1, τα ποσοστά απωλειών του πίνακα 4.11. λαμβάνονται αυξημένα για θέρμανση και 1% για ψύξη, κατά περίπτωση. Για αεραγωγούς χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση (δηλαδή όταν δεν πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις), τα ποσοστά θερμικών απωλειών του πίνακα 4.11. λαμβάνονται αυξημένα κατά 5% για θέρμανση και 3,5% για ψύξη, κατά περίπτωση.

Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων διανομής στο κτήριο ή στην θερμική ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν υπάρχουν άνω του ενός δίκτυα διανομής (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές μονάδες παραγωγής) στο κτήριο ή στη θερμική ζώνη και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (ποσότητα) θερμομόνωσης, τότε η απόδοσή τους λαμβάνεται ενιαία και ίση με αυτήν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοση λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει (πίνακας 4.11.).

Για τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας ή/και ψύξης, όπως τοπικοί λέβητες εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου ή τοπικές αντλίες θερμότητας, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι απώλειες διανομής θεωρούνται μηδενικές, για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο, καθώς και για το κτήριο αναφοράς κατοικίας που διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας.

Στην ενότητα 4.4.1. «Τερματικές μονάδες κτηρίου αναφοράς», τροποποιείται η ακόλουθη παράγραφος ως εξής:

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.3. του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ., για τις τερματικές μονάδες του κτηρίου αναφοράς ισχύουν τα εξής:

- Ο τύπος των τερματικών μονάδων, καθώς και η διάταξη και το μήκος των σωληνώσεων διανομής θέρμανσης και ψύξης των χώρων λαμβάνονται ίδια με αυτά του εξεταζόμενου κτηρίου. Κατά συνέπεια η απόδοση τερματικών μονάδων του κτηρίου αναφοράς είναι η

ίδια με του εξεταζόμενου κτηρίου.

- Για τις τερματικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan coil) του κτηρίου αναφοράς, η ισχύς των ανεμιστήρων λαμβάνεται ίση με του εξεταζόμενου κτηρίου.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα αυτού δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. ότι θερμαίνεται και ψύχεται. Σ' αυτήν την περίπτωση η απόδοση των τερματικών μονάδων λαμβάνεται ίση προς 93% (0,93).

Όταν το εξεταζόμενο κτήριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει μόνο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, η απόδοση εκπομπής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας για το κτήριο αναφοράς είναι 100%. Όταν το κτήριο κατοικίας διαθέτει κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα για την κάλυψη του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, το κτήριο αναφοράς δεν διαθέτει Κ.Κ.Μ. και η απόδοση εκπομπής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας είναι 93%.

Στην ενότητα 4.4.2. «Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας», τροποποιείται η τρίτη παράγραφος ως εξής:

Οι θερμάστρες υγραερίου ή φυσικού αερίου ή πετρελαίου και τα τυποποιημένα - πιστοποιημένα ενεργειακά τζάκια ή τα κοινά τζάκια ή οι σόμπες θεωρούνται τερματικές μονάδες άμεσης απόδοσης σε θερμοκρασία λειτουργίας (90 - 70°C) και για τους υπολογισμούς λαμβάνονται ως οι αποδόσεις εκπομπής του πίνακα 4.12. Για τις τοπικές αντλίες θερμότητας η απόδοση εκπομπής των εσωτερικών μονάδων στους υπολογισμούς λαμβάνεται ίση προς 93% (0,93). Στον πίνακα 4.13. δίνεται η απόδοση εκπομπής η_{em} για τοπικές ηλεκτρικές τερματικές μονάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟΠΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ/ ΨΥΞΗ

Στα συστήματα αυτά η θερμότητα/ ψύξη παράγεται σε κάποιο σημείο του χώρου και αποδίδεται άμεσα σ' αυτόν. Συνήθως, είναι η μόνη εφικτή λύση όταν πρέπει να θερμάνουμε ή να ψύξουμε απομονωμένους χώρους, όπως μπορεί να είναι υπαίθριοι χώροι, τυχόν χώροι WC^{vii} ή ακόμα και εσωτερικοί χώροι που για τεχνικό ή οικονομικό λόγο δεν μπορούν να συνδεθούν σε ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης ή ψύξης. Όταν λοιπόν για οποιοδήποτε λόγο δεν γίνεται ο χώρος που θέλουμε να θερμάνουμε/ ψύξουμε, να συνδεθεί σε ένα κεντρικό σύστημα χρησιμοποιούμε τα πιο ευρέως γνωστά τοπικά συστήματα και τα χωρίζουμε στις παρακάτω κατηγορίες :

3.1 Τοπικά μη ηλεκτρικά συστήματα

3.1.1 Θερμάστρες πετρελαίου/ κηροζίνης

Οι θερμάστρες πετρελαίου - κηροζίνης συνήθως χρησιμοποιούνται για την τοπική θέρμανση συγκεκριμένων χώρων. Αποτελούν μία σχετικά οικονομική επιλογή, ωστόσο η ποιότητα τους διαφέρει σημαντικά από μοντέλο σε μοντέλο, για αυτό το λόγο πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή να έχει ευρωπαϊκή πιστοποίηση CE. Επίσης, είναι βασικός και απαραίτητος ο εξαερισμός των καυσαερίων.

Οι θερμάστρες πετρελαίου - κηροζίνης, καθώς είναι οικιακές μονάδες χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρου 30 - 120 τ.μ., έχουν απόδοση από 5 έως 18 kW και τιμή στη λιανική αγορά που μπορεί να ξεκινάει από 100€ και να φτάνει μέχρι και τα 500€.



Εικόνα 3 : Θερμάστρα πετρελαίου 17 kW Εικόνα 4 : Θερμάστρα κηροζίνης 5 kW

Λόγω του μεγάλου εύρους της ικανότητας θέρμανσης χώρου, απόδοσης και της τιμής αγοράς, παρακάτω κατασκευάστηκε ένας συγκριτικός πίνακας με διάφορα ενδεικτικά μοντέλα μετά από δειγματοληψία που έγινε σε ελληνικές ιστοσελίδες πωλήσεως συστημάτων τοπικής θέρμανσης (^{viii}, Αύγουστος 2018).

Πίνακας 1 : Σύγκριση θερμαστρών πετρελαίου - κηροζίνης

Μοντέλο	Ικανότητα Θέρμανσης χώρου (τ.μ.)	Απόδοση Ισχύος Θέρμανσης (kW)	Τιμή (€)
Kerona WHK-2310	25	2.5	79
Tectro Indoors	33	2.3	69
Qlima Indoors	34	2.4	99

Boss WHK-4400	35	5.1	139
Tectro Inverter	48	3	130
Kerosun LC-33	57	3.2	205
Qlima 620	68	4	267
Kerosun Omni 105G	85	5.7	180
PanSolar Olio 36	100	17	480
P36 ZEPO	120	18	510

3.1.2 Θερμάστρες αερίου

Όπως και οι θερμάστρες πετρελαίου – κηροζίνης έτσι και οι θερμάστρες αερίου χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση εσωτερικών χώρων. Αλλά, οι συγκεκριμένες μονάδες μπορεί και να χρησιμοποιηθούν για την θέρμανση εξωτερικών χώρων. Η πιο διαδεδομένη χρήση τους σε εξωτερικό χώρο είναι για θέρμανση εστιατορίων, καφέ και μπαρ που έχουν μεγάλο τους μέρος εξωτερικά κτιρίου. Αυτές οι θερμάστρες που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση αυτών των χώρων χρησιμοποιούν υγραέριο σε επαναγεμιζόμενες φιάλες. Τέτοιες θερμάστρες υγραερίου μπορούμε να δούμε στις παρακάτω φωτογραφίες.



Εικόνα 5 : Θερμάστρα Υγραερίου (τύπου μανταριού) Εικόνα 6 : Θερμάστρες Υγραερίου (τύπου πυραμίδας)

Σε χώρο που η θέρμανση γίνεται με θερμάστρα αερίου πρέπει να γίνεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα αερισμός για κυκλοφορία του αέρα. Επίσης, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται κοντά στη συσκευή εύφλεκτα υλικά και η τοποθέτηση πρέπει να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 1.5 μέτρων από τον τοίχο. Είναι πολύ σημαντικό για την οικιακή χρήση της συσκευής να τηρούνται όλοι οι κανόνες ασφαλείας που γράφονται αναλυτικά από το κατασκευαστή και η ίδια η συσκευή να τηρεί όλες τις απαραίτητες προδιαγραφές. Το κόστος των οικιακών θερμαστρών αερίου στην αγορά είναι πολύ μικρό, μπορεί να κυμαίνεται από 30€ έως 150€. Αντίθετα, το κόστος των επαγγελματικών θερμαστρών αερίου, μπορεί να αρχίζει από 100€ έως και 700€ για τα καλύτερα μοντέλα. Οι θερμάστρες αερίου έχουν την ικανότητα θέρμανσης 20 – 100 τ.μ. καθώς έχουν απόδοση από 1.2 kW έως 4.5 kW.



Εικόνα 7 : Σόμπα αερίου 1.2 kW



Εικόνα 8 : Σόμπα αερίου 3 kW



Εικόνα 9 : Σόμπα αερίου 4.2 kW

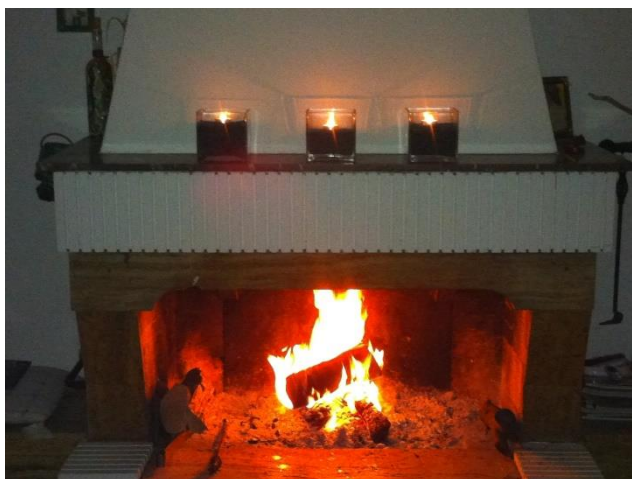
3.1.3 Θερμάστρες στερεών καυσίμων

Με τον όρο στερεά καύσιμα αναφερόμαστε στα στερεά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται σαν καύσιμα για να παράγουν ενέργεια και κατ' επέκταση θερμότητα. Στερεά καύσιμα είναι το ξύλο και τα παράγωγά του (πριονίδι, ροκανίδι κ.α.), το pellet, ο πυρήνας, το καλαμπόκι το σιτάρι και άλλα δημητριακά.

Οι θερμάστρες στερεών καυσίμων μπορούν να μειώσουν το κόστος θέρμανσης κατά 40% - 60% σε σχέση με τους λέβητες πετρελαίου, ενώ παράλληλα βοηθούν στην προστασία του περιβάλλοντος καθώς οι πηγές που χρησιμοποιούν είναι ανανεώσιμες.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η αυτονομία των θερμαστρών στερεών καυσίμων, δηλαδή κάθε πότε θα χρειάζεται να ανεφοδιάζω τη θερμάστρα με το καύσιμο υλικό. Αυτό εξαρτάται φυσικά από το είδος του καυσίμου υλικού (ξύλο, pellet, πυρήνας κ.α.) από τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε προϊόντος, από τις ανάγκες μας για θέρμανση, τον τύπο της εγκατάστασης αλλά και από την χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης καυσίμου. Ενδεικτική αυτονομία περίπου 1-3 μέρες.

Ως θερμάστρα στερεών καυσίμων θεωρείται και το γνωστό σε όλους μας παραδοσιακό τζάκι (Εικόνα 10). Το τζάκι είναι δομή κατασκευασμένη από τούβλα, πέτρα ή μέταλλο σχεδιασμένη για να καίγονται ξύλα. Τα τζάκια χρησιμοποιούνται για τη χαλαρωτική ατμόσφαιρα που δημιουργούν και για τη θέρμανση ενός δωματίου εδώ και πολλά χρόνια. Τα μοντέρνα τζάκια έχουν μεταβλητή απόδοση θερμότητας, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού.



Εικόνα 10 : Παραδοσιακό τζάκι

Ιστορικά είχαν χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση μιας κατοικίας, το μαγείρεμα και τη θέρμανση του νερού για το πλυντήριο και για άλλες οικιακές χρήσεις. Ένα τζάκι μπορεί να έχει: μια εστία, μία καμινάδα, για τη διοχέτευση του καπνού και μια σχάρα, για να πέφτουν οι

στάχτες. Στην εστία υπάρχουν συχνά πυρότουβλα που βοηθούν στο να αποθηκεύουν τη θερμότητα^{ix}.

Όμως λόγω της μικρής απόδοσης που έχει το παραδοσιακό τζάκι (έως 20 - 30%) υπήρχε η ανάγκη για μία εστία καλύτερης απόδοσης. Το ενεργειακό τζάκι (Εικόνα 11) είναι μία εστία κλειστού τύπου κατασκευασμένη από πυράντοχα υλικά, όπως μαντέμι, ατσάλι, πυρότουβλο κ.α., που μας επιτρέπει να ρυθμίσουμε τον τρόπο καύσης του εκάστοτε καύσιμου υλικού (ξύλο, μπριγκέτα, pellet) ανάλογα με τις ανάγκες μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται μέγιστος βαθμός απόδοσης σε ποσοστό 70 – 87 % της θερμογόνου απόδοσης του ξύλου. Τα ενεργειακά τζάκια αποτελούν μία φιλική λύση για το περιβάλλον και για τη τσέπη μας καθώς εκμεταλλεύονται τον θερμό αέρα τον οποίο έχουν παράξει. Έτσι, μειώνονται δραστικά οι απώλειες θερμότητας τις οποίες έχουμε από τον αέρα στο εσωτερικό του σπιτιού που διαφεύγει μέσω της καμινάδας ενός παραδοσιακού τζακιού^x.



Εικόνα 11 : Ενεργειακό τζάκι 15 kW

Η πιο διαδεδομένη θερμάστρα στερεών καυσίμων είναι η παραδοσιακή μαντεμένη ξυλόσομπα (Εικόνα 12) που βλέπουμε πολύ συχνά σε παραδοσιακά καφενεία. Σε αυτήν τη θερμάστρα καθώς καίγονται τα ξύλα ζεσταίνεται και το μέταλλο (μαντέμι) το οποίο αντανακλά στο χώρο, προσδίδοντας ένα ευχάριστο κύμα ζέστης. Οι πιο πολλές μαντεμένες ξυλόσομπες, συχνά συνδυάζονται και με ένα χώρο δίπλα στο θάλαμο καύσης και μία με δύο εστίες από πάνω, λειτουργώντας ως κουζίνα. Ακόμα και σήμερα υπάρχουν νοικοκυριά όπου χρησιμοποιείται τέτοια σόμπα, όχι μόνο για τη θέρμανση του σπιτιού αλλά και για τις ανάγκες του φαγητού.



Εικόνα 12 :Μαντεμένα ξυλόσομπα με εστίες και φούρνο

Επίσης έχουμε και τα εξής είδη σόμπας ανάλογα με τη λειτουργία τους με στερεά καύσιμα:

1. *Σόμπα τύπου αέρα:* Παραγωγή ζεστού αέρα στον χώρο μέσω «βεβιασμένης κυκλοφορίας». Λειτουργεί όπως ένα air condition ή ένας ανεμιστήρας.

- II. *Σόμπα τύπου multi*: Λειτουργεί όπως ακριβώς και η σόμπα «τύπου αέρα» αλλά επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσής της και με "κανάλια ροής αέρα" (αγωγοί μέσα από τους οποίους "κυκλοφορεί" ο αέρας).
- III. *Σόμπα τύπου υδρώ (hydro)*: Η σόμπα τύπου υδρώ παράγει αέρα (μικρότερη ποσότητα σε σχέση με την σόμπα αέρα) αλλά έχει την δυνατότητα σύνδεσης και με το δίκτυο της υδραυλικής εγκατάστασης-θερμαντικά σώματα.

Όλες οι παραπάνω θερμάστρες έχουν τη δυνατότητα να θερμάνουν πολύ μεγάλους χώρους της τάξεως των 30 - 150 τ.μ. Η απόδοσή τους καθώς και η τιμή τους μπορεί να διαφέρει πάρα πολύ, ανάλογα με το τύπο θερμάστρας έχουμε και τι καύσιμο χρησιμοποιεί. Για παράδειγμα, μία καλή θερμάστρα pellet, ξυλόσομπα ή ενεργειακό τζάκι μπορεί να αποδώσει από 6 έως και 35 kW θερμότητας και να κοστίζει από 100€ - 5000€.

(Ενώ αν πάμε στην κατηγορία λέβητα, για οικιακή χρήση, που χρησιμοποιεί βιομάζα/ pellet/ ξύλο, μπορεί να αποδίδει θερμότητα της τάξης των 40 kW, ικανή να θερμάνει 150 - 500 τ.μ. Για την αγορά τέτοιου συστήματος θέρμανσης, μπορεί κανείς να βρει με τιμές που ξεκινάνε από 2000€ και φτάνουν μέχρι και 4500€^{xi)})



Εικόνα 13 : Σόμπα Pellet 25 kW Εικόνα 14 : Ξυλόσομπα 12 kW (με φούρνο)

3.2 Τοπικά ηλεκτρικά συστήματα

3.2.1 Αερόθερμα (ηλεκτρικά)

Γενικά λειτουργούν με πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή ηλεκτρισμό και αποτελούνται από έναν ανεμιστήρα με τον κινητήρα του, ένα θερμαντικό στοιχείο και το περίβλημα που είναι το σώμα του αερόθερμου. Εμείς συγκεκριμένα θα μελετήσουμε αυτά που χρησιμοποιούν τον ηλεκτρισμό ως πηγή ενέργειας.

Τα ηλεκτρικά αερόθερμα είναι τα πιο απλά και εύχρηστα, τα οποία τοποθετούνται στο δάπεδο ή και στο τοίχο. Το θερμαντικό τους στοιχείο είναι ηλεκτρικές αντιστάσεις που θερμαίνουν τον αέρα, ο οποίος κυκλοφορεί με τη βοήθεια του ανεμιστήρα. Συγκεκριμένα, τα αερόθερμα επειδή καταλαμβάνουν πολύ λίγο χώρο (και έχουν σχετικά μικρή κατανάλωση) συνήθως χρησιμοποιούνται για θέρμανση WC ή ακόμα και για μικρά σαλόνια ή υπνοδωμάτια.

Επίσης, τα αερόθερμα εκτός από θέρμανση μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε και για ψύξη. Τα αερόθερμα έχουν συνήθως δύο ποτενσιόμετρα, το ένα αυξομειώνει την ένταση του θερμαντικού στοιχείου και το άλλο την ένταση του αέρα από τον ανεμιστήρα. Έχοντας κλειστό το θερμαντικό τους στοιχείο και λειτουργώντας μόνο τον ανεμιστήρα, το αερόθερμο μπορεί να αποδώσει ένα κύμα δροσιάς, δροσίζοντάς μας μία ζεστή μέρα του καλοκαιριού.

Τα αερόθερμα είναι μία εύκολη και γρήγορη λύση για θέρμανση σε χώρους της τάξης των 20 - 60 τ.μ., έχουν ισχύς κατανάλωσης 1 kW– 2 kW και μπορούν να βρεθούν σε τιμές από 10€ έως 100€.



Εικόνα 15 : Αερόθερμο τοίχου 1.5 kW Εικόνα 16 : Αερόθερμο δαπέδου 2 kW

3.2.2 Ηλεκτρικές θερμάστρες και θερμάστρες ακτινοβολίας

Οι ηλεκτρικές θερμάστρες και οι θερμάστρες ακτινοβολίας είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα τοπικής θέρμανσης καθώς χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα και είναι εύκολα στη χρήση. Κυριότεροι τύποι τέτοιας θέρμανσης είναι τα:

- ηλεκτρικά καλοριφέρ /καλοριφέρ λαδιού,
- οι θερμάστρες (ηλεκτρισμού και ακτινοβολίας),
- οι σόμπες αλογόνου/ χαλαζία
- ηλεκτρικά τζάκια.

Επίσης, οι σόμπες χαλαζία τοίχου (Εικόνα 19) εκτός από οικιακή χρήση είναι ιδανικές για θέρμανση υπαίθριου χώρου, γιατί αποτελούνται από την πηγή της υπέρυθρης ακτινοβολίας και τον ανακλαστήρα, που κατευθύνει την ακτινοβολία προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Έτσι θερμαίνουν απευθείας τα άτομα ή τα αντικείμενα, που βρίσκονται απέναντι και όχι τον ενδιάμεσο αέρα, που είναι κακός απορροφητής της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Έχουν λοιπόν, οικονομικότερη λειτουργία αφού δεν θερμαίνουν ουσιαστικά τον αέρα.

Όλα τα παραπάνω συστήματα (εκτός της σόμπας χαλαζίας τοίχου) χρησιμοποιούνται συνήθως για οικιακή θέρμανση και γι' αυτό το λόγο έχουν την ικανότητα να θερμάνουν πολύ ικανοποιητικά ένα χώρο της τάξεως των 10 - 30 τ.μ. Επίσης, έχουν ευρεία ισχύς κατανάλωσης που μπορεί να ξεκινάει από 1000 W και να φτάσει έως και τα 4000 W. Λόγω του μεγάλου εύρους κατανάλωσης που έχουν μπορούν να βρεθούν στην αγορά με τιμές λιανικής 30€ - 1500€. Τέλος, όλα τα παραπάνω συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- I. Δεν υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης καυσίμου
- II. Ο εξοπλισμός συνήθως καταλαμβάνει μικρό και ωφέλιμο χώρο
- III. Υπάρχουν μικρές ανάγκες συντήρησης εξοπλισμού
- IV. Ο ηλεκτρισμός είναι (σχεδόν πάντα) άμεσα και εύκολα διαθέσιμος



Εικόνα 17 : Ηλεκτρικό Τζάκι 1.8 kW



Εικόνα 18 : Ηλεκτρικό Καλοριφέρ 2.5 kW



Εικόνα 19 : Σόμπα χαλαζία τοίχου 2 kW



Εικόνα 20 : Σόμπα χαλαζία δαπέδου 2.4 kW

3.2.3 Θερμοπομποί (convectors)

Το συγκεκριμένο ηλεκτρικό θερμαντικό σώμα ή θερμοπομπός (convector) είναι ένα σύστημα θέρμανσης άμεσου αποδόσεως, που λειτουργεί με τη φυσική ροή του αέρα. Ο ψυχρός αέρας που βρίσκεται στα χαμηλότερα στρώματα του δωματίου εισέρχεται από το κάτω μέρος του θερμοπομπού (φυσικός ελκυσμός), θερμαίνεται από την ειδική αντίσταση του σώματος και εξάγεται ελεύθερα από το πάνω μέρος του θερμοπομπού, χωρίς να ξεραίνει τον αέρα. Δεν πυρακτώνεται και κατ' επέκταση δεν καίει το οξυγόνο της ατμόσφαιρας.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι και μεγέθη θερμοπομπών ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε καταναλωτή. Οι θερμοπομποί κυρίως ενδείκνυται για χρήση σε εξοχικές κατοικίες και γραφεία λόγω της άμεσης απόδοσης τους και του μικρού όγκου στο χώρο.

Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα τους είναι πως έχουν απόδοση σχεδόν 100 %, που σημαίνει ότι όλη η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα για απόδοση της στο χώρο. Λόγω της ειδικής τους λειτουργίας δεν ξηραίνουν την ατμόσφαιρα και δεν προκαλούν μετακίνηση σωματιδίων στον αέρα.

Τα κύρια μειονεκτήματα των θερμοπομπών είναι τα παρακάτω. Πρώτον, πρέπει να γίνει έλεγχος της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης της οικίας, για να διαπιστωθεί αν υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης τους. Δεύτερον, έχουν υψηλό κόστος χρήσης, αφού μεγάλο μέρος της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα καταναλωθεί τη μέρα, δηλαδή τις ώρες υψηλής χρέωσης του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας. Το τελευταίο μειονέκτημα τους είναι πως, λόγω της λειτουργίας τους είναι χαμηλή η ποιότητα θέρμανσης με ψυχρές ζώνες σε απομακρυσμένα σημεία.

Έχουν σχετικά μικρό κόστος αγοράς και μπορούμε να βρούμε θερμοπομπούς κλασσικής λειτουργίας, με κατανάλωση 500 - 2500 W, που να ξεκινούν από 20€ έως και 200€. Βέβαια αν

θέλουμε να αγοράσουμε ένα πιο επαγγελματικό μοντέλο, με περισσότερες λειτουργίες μπορούμε να βρούμε και θερμοπομπούς που φτάνουν έως και τα 1500€.



Εικόνα 21 : Θερμοπομπός δαπέδου

Εικόνα 22 : Θερμοπομπός τοίχου (από μέσα)

3.2.4 Σώματα υπέρυθρης ακτινοβολίας (θερμαντικά πάνελ)

Τα πάνελ υπέρυθρης θέρμανσης αποτελούν ίσως τη μέθοδο θέρμανσης για την οποία υπάρχει η μεγαλύτερη άγνοια από την πλευρά των καταναλωτών, κυρίως ως προς τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν, δεδομένου ότι ούτε καίνε κάποιο καύσιμο, ούτε παράγουν θερμό αέρα. Τα θερμαντικά πάνελ θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελούν τις συσκευές εκείνες που λειτουργούν με τον πλέον φυσικό τρόπο, συγκριτικά με τους υπόλοιπους τρόπους θέρμανσης και αυτό διότι ουσιαστικά μας ζεσταίνουν όπως και ο ήλιος.



Εικόνα 23 : Θερμαντικό πάνελ 1.8 kW

Ειδικότερα, μέσω των θερμαντικών πάνελ, δεν θερμαίνεται ο αέρας αλλά η θερμότητα μεταδίδεται μέσω ακτινοβολίας στα σώματα και τα αντικείμενα, τα οποία με αυτό τον τρόπο παραμένουν στεγνά και μεταδίδουν θερμότητα. Ο συγκεκριμένος τρόπος λειτουργίας προσφέρει, μεταξύ άλλων, το πλεονέκτημα ότι αφού ο αέρας δεν στροβιλιίζεται, δεν υπάρχει αιώρηση σκόνης, με αποτέλεσμα ο χώρος ο οποίος θερμαίνεται να είναι πιο καθαρός και υγιεινός και βέβαια ο εισπνεόμενος αέρας να είναι δροσερότερος.



Εικόνα 24 : Θερμαντικό πάνελ οροφής 0.5 kW

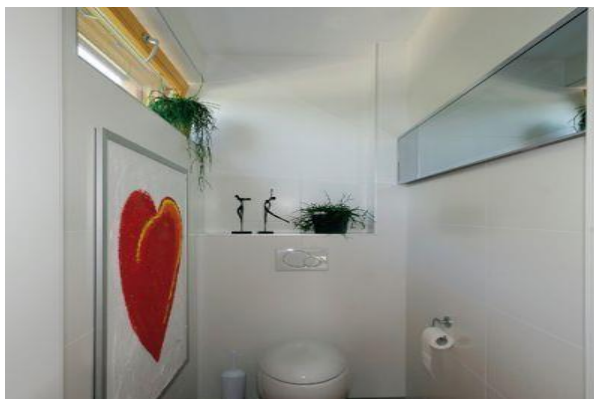
Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των θερμαντικών πάνελ είναι μπορεί να ταιριάζουν πολύ με το χώρο που βρίσκονται. Τα συγκεκριμένα συστήματα θέρμανσης έχουν ουσιαστικά τις διαστάσεις πίνακα και μερικά από αυτά εκτός από το συνηθισμένο άσπρο ή μαύρο χρώμα μπορεί να έχουν μια ωραία διακοσμητική μορφή (Εικόνα 25) ή ακόμα και μορφή καθρέπτη (Εικόνα 26).



Εικόνα 25 : Θερμαντικό πάνελ 1.6 kW (μορφής πίνακα)

Η ονομαστική ισχύς τους είναι από 200 - 2000W. Τα υπέρυθρα πάνελ θέρμανσης εξασφαλίζουν παράλληλα εξοικονόμηση ενέργειας καθώς έχουν τη δυνατότητα να εκπέμπουν θερμότητα ακόμη και αφότου σβήσουν για 1-2 ώρες.

Τα θερμαντικά πάνελ έχουν τη δυνατότητα να θερμάνουν συγκεκριμένο χώρο της τάξης των 15 - 20 τ.μ. , αλλά έχουν πολύ μεγάλο εύρος τιμής ανάλογα με τη ποιότητα του μπορεί να ξεκινάει από 50€ και να φτάσει έως και τα 1200€.



Εικόνα 26 : Θερμαντικό πάνελ 0.8 kW πάνω δεξιά (μορφής καθρέπτη)

3.2.5 Θερμοσυσσωρευτές

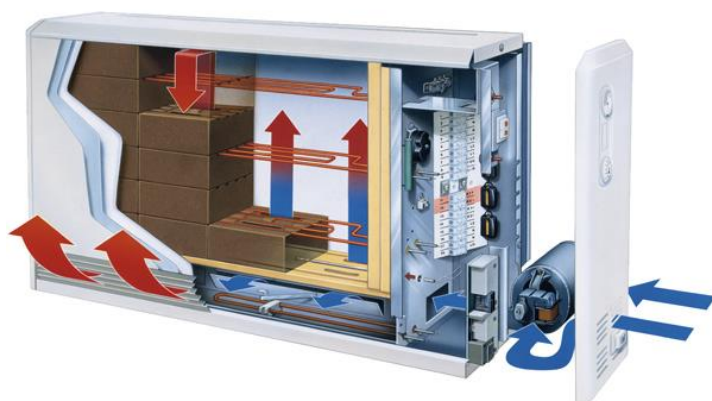
Οι τοπικοί θερμοσυσσωρευτές διαθέτουν αντιστάσεις που φορτίζονται κατά τη διάρκεια της νύχτας (αξιοποιώντας συνήθως το μειωμένο νυχτερινό τιμολόγιο της ΔΕΗ) θερμαίνοντας τα υλικά μεγάλης θερμικής μάζας που περιέχουν (πυρότουβλα). Τα πυρότουβλα μετά αποδίδουν την θερμότητα στο χώρο με την μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας που θεωρείται η πιο υγιεινή μορφή θερμότητας (όπως αυτή που παράγει ο ήλιος).

Το πρόβλημα τους είναι ότι παρά τη χρήση τους με μειωμένο τιμολόγιο καταναλώνουν αρκετό ρεύμα. Επίσης δεν αποδίδουν άμεσα και γρήγορα τη θερμότητα (τους ανοίγεις τώρα και θερμαίνουν μετά από ώρες).

Οι θερμοσυσσωρευτές εκπέμπουν τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία ακτινοβολίας τις νυχτερινές ώρες όταν φορτίζουν για αυτό και πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτησή τους σε απόσταση μικρότερη του 1 μέτρου από κρεβάτια.

Για την επιλογή θερμοσυσσωρευτή, χρειάζεται έλεγχος για τη δυνατότητα του να αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο σταδιακά ή όποτε ακριβώς χρειάζεται.

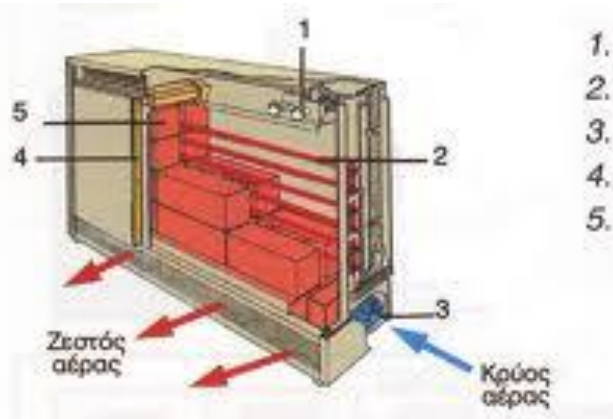
Τέτοιες μονάδες θέρμανσης έχουν κατανάλωση από 1 - 7 kW, μπορούν να θερμάνουν χώρους 30 - 150 τ.μ. και οι τιμές αγοράς τους κυμαίνονται από 250€ έως 2500€.



Εικόνα 27 : Θερμοσυσσωρευτής από μέσα



Εικόνα 28 : Θερμοσυσσωρευτής 2.55 kW



1. Ρυθμιστές φόρτισης
2. Ηλεκτρικές αντιστάσεις
3. Ανεμιστήρας
4. Μονωτικό υλικό
5. Πυρότουβλα

Εικόνα 29 : Ανατομία του θερμοσυσσωρευτή

3.2.6 Ανεμιστήρες οροφής

Οι ανεμιστήρες οροφής αποτελούν την πιο φιλική λύση προς το περιβάλλον στην προσπάθειά μας να δροσιτούμε τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού. Όμως, πρέπει να διευκρινιστεί ότι οι ανεμιστήρες δεν δροσιζουν, με την έννοια του κλιματιστικού που μειώνει την θερμοκρασία στο δωμάτιο και αλλάζει την ποιότητα του αέρα, αλλά ούτε ψύχουν στην πραγματικότητα το χώρο, δημιουργούν ένα ρεύμα αέρα το οποίο μας κάνει να νιώθουμε καλύτερα στην ίδια θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς να ιδρώνουμε. Η αποτελεσματική κυκλοφορία του αέρα, μπορεί να σας κάνει να νοιώσετε πιο δροσερά (έως και 8°C) και ταυτόχρονα να μειώσετε το κόστος από τη χρήση κλιματιστικών έως και 40%.

Οι ανεμιστήρες οροφής, αποτελούν την πλέον ενεργειακή πρόταση για το δροσίσιμο ενός χώρου. Έχουν 2-6 πτερύγια τα οποία μπορεί να είναι ξύλινα, πλαστικά, συνθετικά ή ακόμα και μεταλλικά, όσο περισσότερα τόσο καλύτερη κατανομή του αέρα.



Εικόνα 30 : Ανεμιστήρας Οροφής (3 πτερυγίων) 90 W

Οι περισσότεροι ανεμιστήρες είναι διπλής ενέργειας, δηλαδή κατά την περίοδο του καλοκαιριού τους ρυθμίζουμε να λειτουργούν αριστερόστροφα ώστε να δροσιζουν και το χειμώνα δεξιόστροφα, ώστε να στέλνουν τη ζέστη που παράγουν τα σώματα θέρμανσης από την οροφή χαμηλά, δηλαδή εκεί που τη χρειαζόμαστε. Έχει αποδειχθεί ότι αυτή η τεχνική, μπορεί να μειώσει το κόστος θέρμανσης έως και 10%.

Ανάλογα με χώρο που θέλουμε να δροσίσουμε πρέπει να επιλέξουμε και τον κατάλληλο ανεμιστήρα με βάση τη διάμετρο των πτερυγίων του. Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε ανάλογα με τη διάσταση του χώρου που έχουμε ποια είναι η κατάλληλη διάμετρος πτερυγίων για τον ανεμιστήρα οροφής.

Πίνακας 2 : Διάμετρος πτερυγίων ανεμιστήρα ανάλογα με τα τετραγωνικά του χώρου

Διάσταση Χώρου (m ²)	Διάμετρος Πτερυγίων (inches)	Διάμετρος Πτερυγίων (cm)
έως 7,00	36"	91,44
7,00-13,37	36"-42"	91,44-106,68
13,37-20,90	48"	121,92
20,90-37,16	50" -56"	127-132,08

Επίσης, οι ανεμιστήρες οροφής συνήθως τοποθετούνται στην θέση του φωτιστικού, για το λόγο αυτόν τα περισσότερα μοντέλα είναι εφοδιασμένα με φωτιστικό σώμα στον κορμό τους,

για να αντικαταστήσουν το φωτιστικό που αφαιρέθηκε. Μπορούν δηλαδή να συνδυαστούν εύκολα με ένα ντουί για να δώσουν στο χώρο που βρίσκονται εκτός από δροσιά και φως.



Εικόνα 31 : Ανεμιστήρας Οροφής (4 πτερυγίων) με φως 50 W

Στην αγορά υπάρχουν πάρα πολλά μοντέλα ανεμιστήρων οροφής, με τιμές που ξεκινούν από τα 40€ για τα απλά μοντέλα και ξεπερνούν τα 1000€ για τα κορυφαία μοντέλα. Είναι αποδοτικοί σε χώρους της τάξης των 10 - 40 τ.μ. και η ισχύς κατανάλωσης τους είναι περίπου 40 - 100 W.

Πίνακας 3 :Σύγκριση τοπικών μονάδων θερμότητας

#	Αερόθερμα	Ηλεκτρικές Θερμάστρες	Θερμοπομποί	Σόμπες Χαλαζία /Αλογόνου	Θερμοσυσσωρευτές	Θερμαντικά Πάνελ
Εύρος Θερμαντικής Ισχύος (τ.μ.)	20-60	10-30	10-30	10-30	30-150	15-20
Ισχύς Καταναλώσεως (kW)	1-2	1-4	0.5-2.5	0.8-3	1-7	0.2-2
Εύρος Τιμής Αγοράς (€)	10-100	30-1500	20-200	10-400	250-2500	50-1200
Βασικά Πλεονεκτήματα	Μικρά σε μέγεθος, Εύκολη τοποθέτηση	Καθόλου συντήρηση, Ρύθμιση επιπέδου θερμότητας	Μεγάλη απόδοση, Δεν ξηραίνουν την ατμόσφαιρα	Ειδικές για υπαίθριους χώρους, Οικονομική λειτουργία	Ρύθμιση απόδοσης θερμότητας στο χώρο	Υγιεινότερη μορφή θερμότητας, Διακοσμητικά, Εξοικονόμηση ενέργειας
Βασικά Μειονεκτήματα	Αδυναμία θέρμανσης μεγάλων χώρων	Υψηλή κατανάλωση ρεύματος	Υψηλή κατανάλωση ρεύματος, Αδυναμία θέρμανσης σε ψυχρές ζώνες	Ικανοποιητική απόδοση σε σχετικά μικρούς χώρους	Υψηλή κατανάλωση ρεύματος, Εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών πεδίων	Υψηλή τιμή αγοράς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ/ ΨΥΞΗ

Η παραγωγή θερμότητας στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης γίνεται σε ένα κατάλληλο χώρο που ονομάζουμε λεβητοστάσιο. Στη συνέχεια μεταφέρεται στους χώρους, που πρέπει να θερμανθούν.

Η μεταφορά της θερμότητας γίνεται με το δίκτυο διανομής, το οποίο είναι συνήθως νερό ή αέρας μέσα σε ένα δίκτυο σωληνώσεων ή αεραγωγών. Με βάση το είδος του φορέα θερμότητας τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Κεντρική θέρμανση με νερό
- Κεντρική θέρμανση με αέρα

Τέλος, ο φορέας θερμότητας αποδίδει στο χώρο με θερμική ενέργεια μέσω των τερματικών μονάδων. Τέτοιες τερματικές μονάδες συνήθως είναι τα θερμαντικά σώματα, ή ακόμα και σωληνώσεις υπό μορφή σερπαντίνας, που τοποθετούνται συνήθως στο δάπεδο. Στη δεύτερη περίπτωση η θέρμανση ονομάζεται υποδαπέδια.

4.1 Παραγωγή θερμότητας μέσω συστήματος Λέβητα-Καυστήρα

Ο λέβητας είναι η συσκευή στην οποία πραγματοποιείται η παραγωγή θερμότητας με την καύση στερεών καυσίμων (ξύλο, pellet, πυρηνόκαρπου κλπ.) πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Είναι δηλαδή, ο χώρος όπου έχουμε συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του θερμαντικού μέσου (καυσαέρια) και του θερμαινόμενου μέσου (νερό ή αέρας). Τα ρευστά αυτά κυκλοφορούν, χωρίς να αναμιγνύονται, στο εσωτερικό και το εξωτερικό σωλήνων και καναλιών και η μετάδοση της θερμότητας γίνεται μέσω των τοιχωμάτων τους.



Εικόνα 32 : Λέβητας Pellet

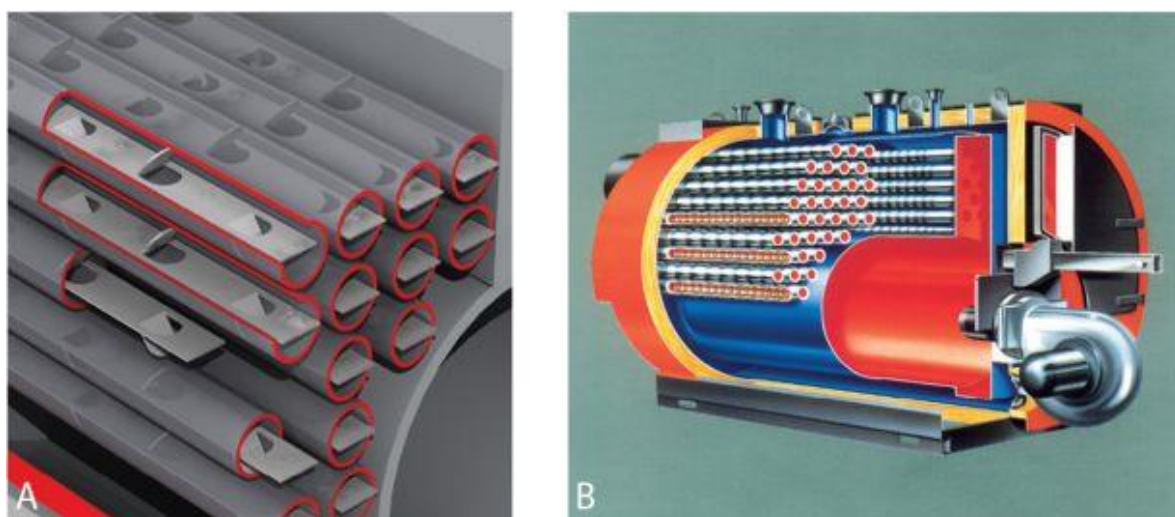


Εικόνα 33 : Λέβητας Ξύλου

Όσον αφορά τις συνδέσεις, οι λέβητες συνδέονται με ή χωρίς inverter. Λειτουργούν με οποιοδήποτε σύστημα θέρμανσης (μονοσωλήνιο, δισωλήνιο, ενδοδαπέδιο) με ανοικτό ή κλειστό δοχείο διαστολής. Η ηλεκτρική σύνδεση του καυστήρα πρέπει να γίνει με ένα καλώδιο τουλάχιστον 3x1,5 mm². Μια σόμπα pellet έχει παρόμοια λειτουργία με αυτή του λέβητα, με την διαφορά ότι η εγκατάστασή της δεν απαιτεί κάποιον ξεχωριστό χώρο. Οι ηλεκτρικές συνδέσεις είναι ανάμεσα μεταξύ της ηλεκτροβάνας, στον κυκλοφορητή τον θερμοστάτη του καυστήρα και τους μικρούς κινητήρες για την τροφοδοσία του καυσίμου. Επίσης, ειδικά για το λέβητα ξύλου χρειάζεται ακόμα μία τροφοδότηση στο μοτέρ τροφοδοσίας του ξύλου.

Το μέγεθος του λέβητα χαρακτηρίζεται από τη θερμαντική ισχύ, που δίνεται σε kcal/h ή kW από τον κατασκευαστή. Με βάση το υλικό κατασκευής οι λέβητες διακρίνονται σε

χυτοσιδερένιους και χαλύβδινους. Στους χαλύβδινους λέβητες περιφερειακά του θαλάμου καύσης υπάρχουν χαλύβδινοι σωλήνες μέσα στους οποίους κυκλοφορούν τα καυσαέρια ή το νερό. Στην πρώτη περίπτωση, το νερό περιβάλλει τους σωλήνες και οι λέβητες λέγονται αεριαυλωτοί. Στη δεύτερη περίπτωση, τα καυσαέρια βρίσκονται γύρω από τους σωλήνες και οι λέβητες ονομάζονται υδραυλωτοί. Στους αεριαυλωτούς λέβητες τοποθετούνται ελατήρια (ή αλλιώς επιβραδυντές) μέσα στους σωλήνες, τα οποία στροβιλίζουν τα καυσαέρια με σκοπό τη μεταφορά περισσότερης θερμότητας από αυτά στο νερό.

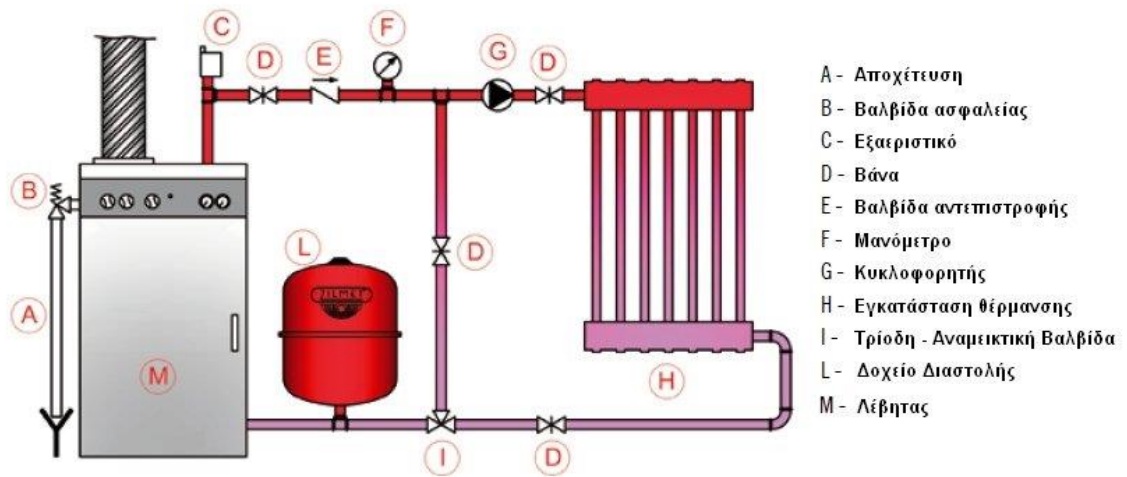


Εικόνα 34 : Α. Περυγιοφόροι επιβραδυντές για χαλύβδινους λέβητες Β.Ελικοειδούς μορφής επιβραδυντής για χαμηλών θερμοκρασιών λέβητα

4.1.1 Λέβητες πετρελαίου

Οι λέβητες πετρελαίου έχουν πολλά σοβαρά μειονεκτήματα. Το βασικό είναι πως έχουν υψηλό κόστος λειτουργίας, καθώς το πετρέλαιο (μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας) έχει υψηλό κόστος και η τιμή του συνεχώς αυξάνεται. Έχει ανάγκη συντήρησης, από ειδικό τουλάχιστον 1-2 φορές τον χρόνο, για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία και αντοχή του. Η σωστή συντήρηση του λέβητα περιλαμβάνει επιγραμματικά τα εξής βήματα :

- Καθαρισμός λέβητα πετρελαίου
- Καθαρισμός καυστήρα και δεξαμενής πετρελαίου
- Ρύθμιση θερμοστάτη καυστήρα πετρελαίου
- Έλεγχος οργάνου αυτόματης πληρώσεως
- Έλεγχος φίλτρου πετρελαίου
- Έλεγχος δοχείου διαστολής
- Ρύθμιση αναλογίας αέρα-πετρελαίου
- Εξαέρωση καυστήρα
- Έλεγχος κυκλοφορητή
- Ρύθμιση λέβητα πετρελαίου
- Έλεγχος διαρροών
- Μέτρηση καυσαερίων



Εικόνα 35 : Σχηματικό διάγραμμα λέβητα

Το μόνο πλεονέκτημα τους είναι πως λόγω των πολλών μοντέλων και κατασκευαστικών εταιριών τους, η τιμή αγοράς τους για θέρμανση κατοικίας είναι σχετικά χαμηλή, κυμαίνοντας από 300€ έως 2000€.

Αυτοματισμοί Συστήματος Λέβητα-Καυστήρα

Για την καλή και ασφαλή λειτουργία του συστήματος λέβητα - καυστήρα υπάρχουν κάποιοι αυτοματισμοί και διατάξεις ασφαλείας, οι οποίοι αναγράφονται παρακάτω :

- **Ασφαλιστικό** : πρόκειται για υδραυλικό διακόπτη που ανοίγει αυτόματα όταν η πίεση νερού του δικτύου υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή.
- **Εξαεριστικό** : είναι υδραυλική συσκευή που αφήνει τον αέρα που μαζεύεται στα υψηλότερα σημεία των κατακόρυφων στηλών του δικτύου να φύγει χωρίς όμως να μπορεί εξωτερικός αέρας να εισχωρήσει στο δίκτυο.
- **Απαερωτής** : είναι υδραυλική συσκευή που διαχωρίζει τον αέρα από το εργαζόμενο μέσο του δικτύου και τον αποβάλλει.
- **Διαχωριστής σωματιδίων** : είναι υδραυλική συσκευή που διαχωρίζει τυχόν μικροσωματίδια από το εργαζόμενο μέσο του δικτύου (σκουριές, σκόνη κλπ.) και τα αποβάλλει.



Εικόνα 36 : Απαερωτής-διαχωριστής σωματιδίων (δεξιά), κυκλοφορητής (αριστερά) και Κ.Δ.Δ. (κάτω)

- **Βαλβίδες διαφορικής πίεσης** : είναι υδραυλικές βάνες που ανοίγουν όταν η διαφορά της πίεσης στα δύο μέρη τους υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή.

- **Ηλεκτροβάνες αυτονομίας** : είναι υδραυλικοί διακόπτες δύο θέσεων (on/off), συνήθως σφαιρικού τύπου (ball valve), που κινούνται από ηλεκτρικό κινητήρα ο οποίος με τη σειρά του εντέλλεται από τον πίνακα αυτονομίας του κτηρίου.



Εικόνα 37 : Ηλεκτροβάνα αυτονομίας

- **Συστήματα αντιστάθμισης** : είναι συστήματα που σκοπό έχουν την μείωση της θερμοκρασίας προσαγωγής ζεστού νερού, ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες και τη ζήτηση στους χώρους (π.χ. τρίοδη βάννα) .



Εικόνα 38 : Τρίοδη βάννα αντιστάθμισης αυτόματης-χειροκίνητη λειτουργίας

- **Διάταξη πλήρωσης δικτύου (αυτόματος πλήρωσης)**: Είναι μια υδραυλική διάταξη που τοποθετείται μεταξύ δικτύου ύδρευσης και κλάδου επιστροφής του κλειστού δικτύου θέρμανσης, με σκοπό να διατηρεί την πίεση του δικτύου θέρμανσης στα προβλεπόμενα από τους υπολογισμούς όρια.

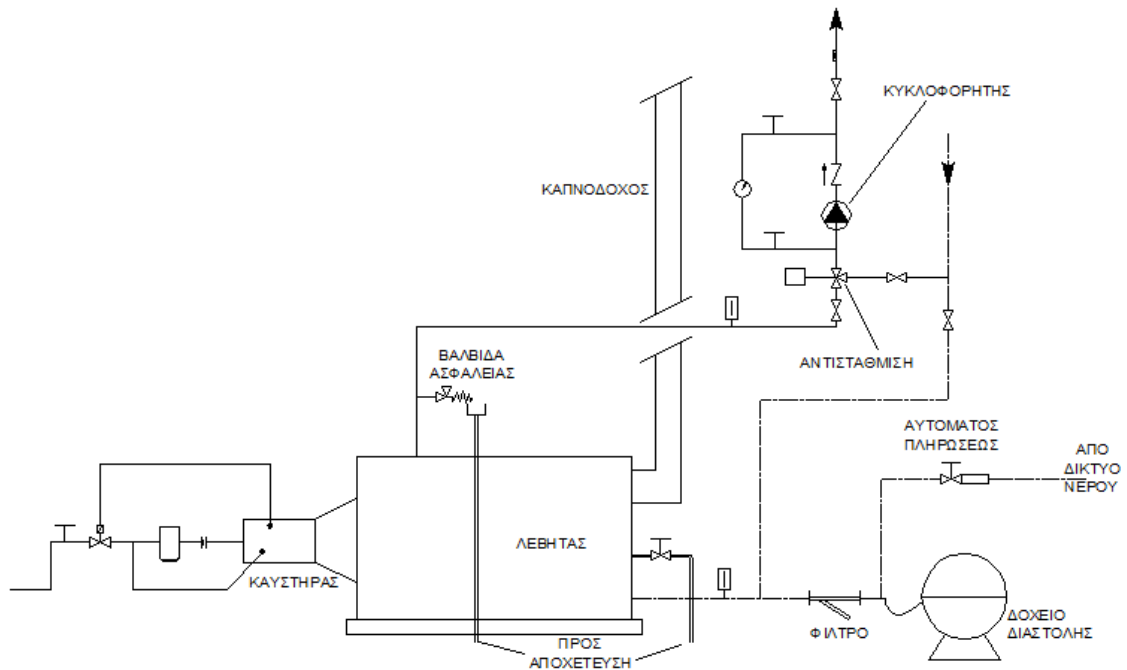


Εικόνα 39 : Κυκλοφορητής



Εικόνα 40 : Αυτόματος διακόπτης πλήρωσης

Όλοι οι παραπάνω αυτοματισμοί και διατάξεις ασφαλείας συνδέονται μεταξύ τους με το βέλτιστο τρόπο για να επιτευχθεί η σωστή και ασφαλής λειτουργία ενός λέβητα πετρελαίου. Η διασύνδεσή αυτών των συνιστωσών περιγράφεται στο παρακάτω σχηματικό διάγραμμα (Εικόνα 41).



Εικόνα 41 : Σχηματικό διάγραμμα λεβητοστασίου

Διαχωρισμός λεβήτων πετρελαίου ανάλογα με την ισχύ

Η επιθεώρηση του λέβητα πετρελαίου είναι πολύ σημαντική για τον ενεργειακό επιθεωρητή, καθώς από το φύλλο συντήρησης λέβητα μπορεί να συμπεράνει πολλά για τη κατάσταση του συστήματος και να γίνει γρήγορα και σωστά η ενεργειακή επιθεώρηση του.

Ανάλογα με τη θερμική ισχύ τους, η οποία συνήθως βρίσκεται σε σχετική αναλογία με τις γεωμετρικές διαστάσεις τους, οι λέβητες πετρελαίου χωρίζονται επίσης σε κατηγορίες. Η θερμική ισχύς του λέβητα καθορίζεται και μετριέται με βάση αυστηρά πρότυπα σε kcal/h ή kW. Έτσι σύμφωνα με οδηγία του ΤΟΤΕΕ 2421/2 - (Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού), με κριτήριο την ισχύ διακρίνει τους λέβητες πετρελαίου σε:

- Μικρού μεγέθους λέβητες, όταν η θερμική ισχύς τους είναι κατώτερη των 60 kW (ή ισοδύναμα των 52.000 kcal/h),
- Μεσαίου μεγέθους λέβητες, όταν η θερμική ισχύς τους κυμαίνεται μεταξύ 60 έως 350 kW (50.000 έως 300.000 kcal/h),
- Μεγάλου μεγέθους λέβητες όταν η θερμική ισχύς τους είναι μεγαλύτερη των 350 kW (300.000 kcal/h).

Παρακάτω βλέπουμε έναν ενδεικτικό πίνακα με διάφορα μοντέλα λεβήτων πετρελαίου ταξινομημένα κατά αύξουσα τιμή^{xii}.

Πίνακας 4: Σύγκριση λεβήτων πετρελαίου

Μοντέλο	Υλικό	Απόδοση Ισχύος Θέρμανσης (kcal/h)	Τιμή (€)
Thermostahl Enersave EN 20	Χαλύβδινος	20000	345
Halcotherm L 30 3D	Χαλύβδινος	30000	399
Galaxy Solar Galaxytherm GT-25 COMPACT	Χαλύβδινος	25000	429
Werstahl MT30	Μαντεμένιος	26000	509
Werstahl MT50	Μαντεμένιος	48000	650
Domusa Jaka-FD50	Μαντεμένιος	45000	850
Saturn KDB-172LST - 21K	Ανοξείδωτος	17000	1090
Saturn KDB-203 STC	Ανοξείδωτος	20000	1299
Daesung DSO-30DX	Ανοξείδωτος	30000	1509



Εικόνα 42 : Λέβητας χαλύβδινος



Εικόνα 43 : Λέβητας μαντεμένιος

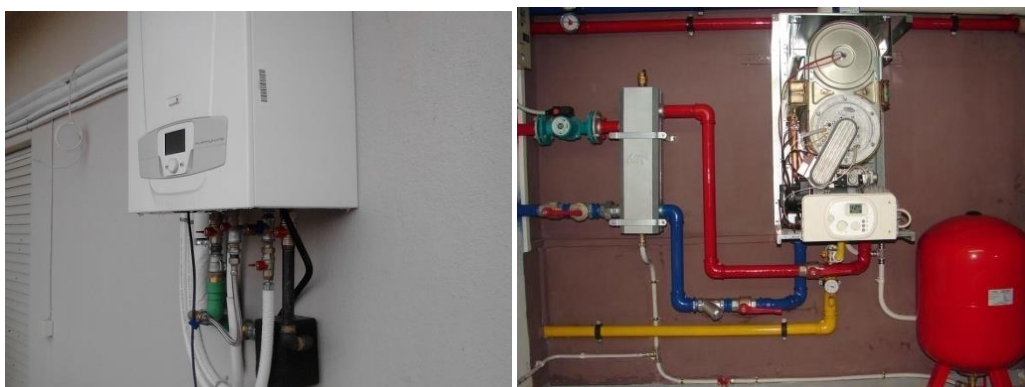


Εικόνα 44 : Λέβητας ανοξείδωτος

4.1.2 Λέβητες φυσικού αερίου

Οι λέβητες φυσικού αερίου διακρίνονται ανάλογα με τον τύπο του καυστήρα που προσαρμόζεται πάνω τους. Έτσι έχουμε τους λέβητες με πιεστικούς καυστήρες και τους λέβητες με ατμοσφαιρικούς καυστήρες που έχουν θερμαντική ισχύ έως 100 kW. Τέλος, υπάρχουν λέβητες φυσικού αερίου υψηλής απόδοσης, που ονομάζονται λέβητες συμπύκνωσης και διαθέτουν εναλλάκτη θερμότητας. Ο εναλλάκτης είναι μια συσκευή στην οποία κυκλοφορούν δύο ρευστά χωρίς να αναμιγνύονται, με σκοπό τη μετάδοση θερμότητας από το ζεστό στο κρύο ρευστό. Τα δυο ρευστά στον εναλλάκτη του λέβητα συμπύκνωσης είναι τα καυσαέρια και το νερό επιστροφής του δικτύου θέρμανσης. Έτσι, το νερό προθερμαίνεται και τα καυσαέρια ψύχονται και ένα μέρος τους μετατρέπεται σε νερό. Η μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων περιορίζει την ροή τους και γι' αυτό προβλέπεται ένας μικρός ανεμιστήρας στην έξοδο του λέβητα.

Το φυσικό αέριο σε σχέση με το πετρέλαιο είναι προς το παρόν φθηνότερο, αλλά δεν παύει και αυτό να είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Οι λέβητες φυσικού αερίου χρησιμοποιούν καυστήρες νεότερης γενιάς με καλύτερη απόδοση και έχουν γρηγορότερη απόκριση στη ρύθμιση θερμοκρασίας. Βασικό μειονέκτημα είναι πως το δίκτυο διανομής του είναι περιορισμένο και χρειάζεται μηνιαίο πάγιο για την παροχή του αερίου. Επίσης, όπως και το πετρέλαιο έτσι και το φυσικό αέριο έχει μεταβαλλόμενο κόστος (συνήθως ανοδικό).



Εικόνα 45 : Λέβητας επίτοιχος εξωτερικού χώρου Εικόνα 46 : Λέβητας φυσικού αερίου

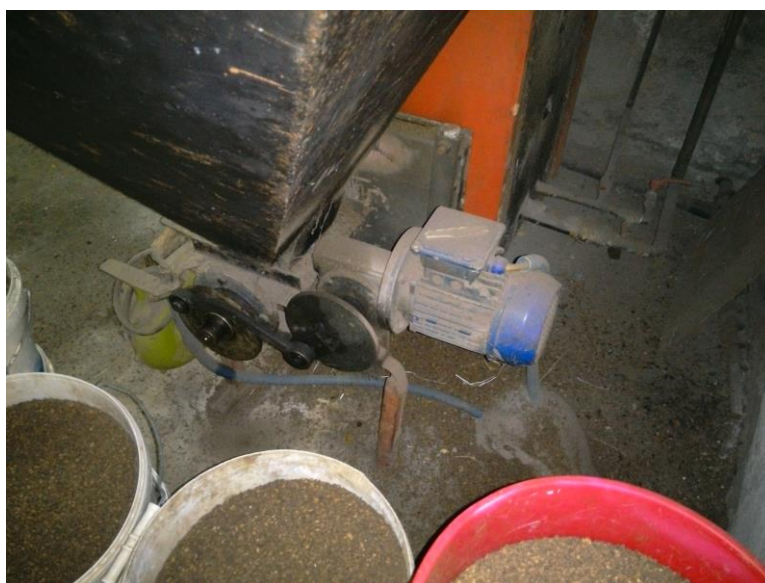
4.1.3 Λέβητες Στερεών Καυσίμων με έμφαση βιομάζα

Ένας απλός λέβητας βιομάζας μπορεί να διαιρεθεί σε 3 γενικά μέρη. Τον λέβητα, το σιλό και τη τροφοδοσία ξεχωριστά και συναρμολογείτε μέσα στο λεβητοστάσιο το οποίο μπορεί να είναι σε ισόγειο ή υπόγειο χώρο ακόμη και σε χωριστό οικίσκο. Συνοπτικά αν θέλουμε να καταστήσουμε δυνατή τη θέρμανση με λέβητα βιομάζας, ανεξάρτητα από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, θα χρειαστούμε:

- Λέβητα
- Χώρος αποθήκευσης καυσίμου-Πρώτες ύλες (σιλό)
- Δοχείο Διαστολής
- Συνδέσεις Ηλεκτρικές
- Σωλήνες Χαλκού για τη μεταφορά του ζεστού νερού, για την θέρμανση σε μια οικία.

Μπορεί να ανυψωθεί ή να μεταφερθεί με παλετοφόρο. Πάντα φροντίζουμε για τον επαρκή αερισμό του λεβητοστασίου για την αποφυγή υγρασίας και χημικών αερίων. Για ακόμη καλύτερη καύση προτείνεται η χρήση θερμοστατικής μονάδας φορτίου στους 45°C για καλύτερη απόδοση και ταχύτερη απόκριση θέρμανσης ανάλογα την εγκατάσταση. Χρησιμοποιείται για καύση πυρηνόξυλου, μιγμάτων αυτού και λουπών βιομάζας σε ανάμιξη με πυρηνόξυλο πχ. Pellet σε ανάμιξη με πυρηνόξυλο χύμα. Μέγιστη υγρασία 15%, λιγότερη υγρασία σημαίνει λιγότερος εμφανής καπνός (xiii, xiv).

Όπως αναφέραμε στο Κεφάλαιο 4.1 για τη τροφοδοσία ενός λέβητα ξύλου χρειαζόμαστε και ένα μοτέρ τροφοδοσίας για την εισαγωγή της πρώτης ύλης (ξύλου ή πυρηνόξυλου) στο λέβητα. Αυτό το μοτέρ είναι μεγαλύτερο σε ισχύ από άλλα μοτέρ τροφοδοσίας άλλων λεβήτων (π.χ. πετρελαίου) και μπορεί να φτάσει έως και 500 W, ανάλογα με την ισχύ του λέβητα ξύλου που έχουμε. Ένα τέτοιο μοτέρ τροφοδοσίας πυρηνόξυλου βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 47).



Εικόνα 47 : Μοτέρ Τροφοδοσίας λέβητα πυρηνόξυλου

Για μια μονοκατοικία η εγκατάσταση ενός τέτοιου καυστήρα συμπεριλαμβανομένου όλου του εξοπλισμού (λέβητα, καλωδιώσεις κλπ.) στοιχίζει περίπου 2000 έως 2500€.^{xv}



Εικόνα 48 : Λέβητας πυρηνόξυλου

4.1.3.1 Γενικά στοιχεία βιομάζας

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά περιλαμβάνεται σε αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα παρακάτω:

- ❖ Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής δασικής και αλιευτικής παραγωγής (άχυρα, φύλλα, θάμνοι, καρποί, κοπριά, την ήρα του ρυζιού άλλα φυτικά υπολείμματα επίσης και την κοπριά των ζώων.

- ❖ Τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής επεξεργασίας των προϊόντων αυτών(φλούδες, απόβλητα χαρτοποιίας, απόβλητα βιομηχανίας επεξεργασίας ξύλου), αστικά απόβλητα, στερεά (σκουπίδια)και υγρά (λύματα). Απευθύνεται δηλαδή σε μεγάλης κλίμακας χρήσεις και η χρησιμοποίηση της έχει ως σκοπό την υποκατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

- ❖ Περιλαμβάνει ξερά κλαδιά από το δάσος, γεωργικά υπολείμματα, αστικά απόβλητα, το βιοαέριο και βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες όπως είναι τα έλαια από τα φυτά ή και φυτά που περιέχουν άμυλο και σάκχαρο.

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί είτε για την καύση που ως προϊόν της έχει την παραγωγή θερμότητας, είτε με την πυρόλυση η οποία είναι μια θερμική διαδικασία (450-600 βαθμούς Κελσίου) όπου γίνεται η αποικοδόμηση της βιομάζας με απουσία του οξυγόνου. Στην πυρόλυση παράγονται το βιοέλαιο 70% το βιοαέριο 15% και ο ξυλάνθρακας 15%.

Τα παραγόμενα προϊόντα είναι το βιοαέριο, η πίσσα και ο ξυλάνθρακας. Όσον αφορά τα υγρά βιοκαύσιμα που προέρχονται από την επεξεργασία της βιομάζας είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη. Το βιοντίζελ παράγεται από φυτικά έλαια κυρίως με μετεστερεοποίηση. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την ζύμωση των αμυλούχων και σακχαρούχων συστατικών.

Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές, που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον. Η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικότερα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λπ.) και ακόμα για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη, βιοντίζελ κ.λπ.).



Εικόνα 49 : Καύση βιομάζας, όπου η δεσμευμένη ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα (xvi)

4.1.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιομάζας

Τα κύρια πλεονεκτήματα τα οποία χαρακτηρίζουν την βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι τα τέσσερα παρακάτω:

1. Η θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την όξινη βροχή εφόσον με την εκμετάλλευση της δεν παράγονται ρυπογόνα αέρια.
2. Η προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους.
3. Οι χαμηλές εισροές σε λιπάσματα .
4. Η μείωση της χρήσης των φυτοφαρμάκων και η εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας.

Τα τρία τελευταία συνδυάζονται εφόσον εάν για παράδειγμα θέλουμε την παραγωγή κάποιων φυτών τα οποία προορίζονται για βιομάζα τηρούν τα τρία παραπάνω (xvii,xviiiix).

Όμως η βιομάζα δεν έχει μελετηθεί αρκετά έτσι ώστε να αξιοποιηθεί με το βέλτιστο τρόπο η παραγωγή θερμότητας που μπορεί να προσφέρει. Γι' αυτό το λόγο, καθώς και τους παρακάτω έχουμε τα εξής μειονεκτήματα:

1. Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
2. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
3. Βάσει των παραπάνω, παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
4. Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλότερο κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενο με το αντίστοιχο των συμβατικών καυσίμων^{xx}.

4.1.3.3 Pellet

Τα pellet παράγονται από πρώτες ύλες - παραπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου (π.χ. από πριστήρια), από υπολείμματα υλοτομίας και από ειδικές αειφόρες δασικές καλλιέργειες μικρού περιόδου χρόνου. Πέραν τούτων, υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής αγροπέλλετς τα οποία προέρχονται από γεωργικά υπολείμματα (π.χ. άχυρο) ή από κλαδέματα καλλιεργειών. Τα αγροπέλλετς μειονεκτούν ως προς τα pellets ξύλου κυρίως λόγω της σημαντικά υψηλότερης περιεκτικότητας τους σε τέφρα.

Τα pellets από πριονίδι χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια ως καθαρή καύσιμη ύλη στην Ευρώπη, ενώ τελευταία έχει αρχίσει να διαδίδεται η χρήση τους και στην Ελλάδα. Στην αγορά προωθούνται ειδικές σόμπες που λειτουργούν με την καύση τέτοιων pellets, οι οποίες διατίθενται τόσο σε κλασικό, όσο και σε μοντέρνο σχεδιασμό, και αναπαράγουν την θαλπωρή ενός τζακιού με ξύλα χωρίς τις δυσκολίες στην εγκατάσταση και συντήρηση που παρουσιάζουν τα τζάκια.

Μετά την πρώτη κατεργασία της ελιάς προκύπτει το ελαιόλαδο της ελιάς που είναι το σπασμένο κουκούτσι και η ελαιόψιχα. Στην επόμενη φάση της επεξεργασίας ο πυρήνας εισέρχεται σε ξηραντήρια όπου γίνεται η ξήρανση για να κατέβουν τα επίπεδα υγρασίας στο 10% - 15% και χρησιμοποιείται μετά ως καύσιμο, το οποίο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στην Κρήτη (xxi, xxii).



Εικόνα 50 : Pellet

4.1.3.4 Πρώτες Ύλεις-Αποθήκευση

Ένα καλό σύστημα αποθήκευσης των πρώτων υλών με τσουβάλια είναι απαραίτητο για την διατήρηση της βιομάζας **μακριά από ακαθαρσίες και για την προστασία της από βροχή**, η οποία μπορεί να αυξήσει την υγρασία της σε τέτοιο βαθμό, ώστε να είναι ασύμφορη η ξήρανση της (και άρα η χρήση της στην παραγωγική διαδικασία). Η αποθήκευση γίνεται σε σκιερούς και ξηρούς χώρους. Συχνά χρησιμοποιούνται αποθήκες ή υπόστεγα. Η αυτοματοποιημένη τροφοδοσία της πρώτης ύλης από τον χώρο αποθήκευσης στον χώρο παραγωγής (π.χ. μέσω μεταφορικής ταινίας ή κοχλίου) (xkiii). Αυτό το σύστημα τροφοδοσίας χρησιμοποιείται κυρίως από ημιαπαγγελματικές έως και επαγγελματικές εγκαταστάσεις. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τη τροφοδοσία ενός λέβητα, του οποίου η πρώτη ύλη δεν είναι στον ίδιο χώρο με το λεβητοστάσιο και γι' αυτό το λόγο γίνεται η μεταφορά με κοχλία.



Εικόνα 51 : Τροφοδοσία λέβητα από αυτόματο κοχλία

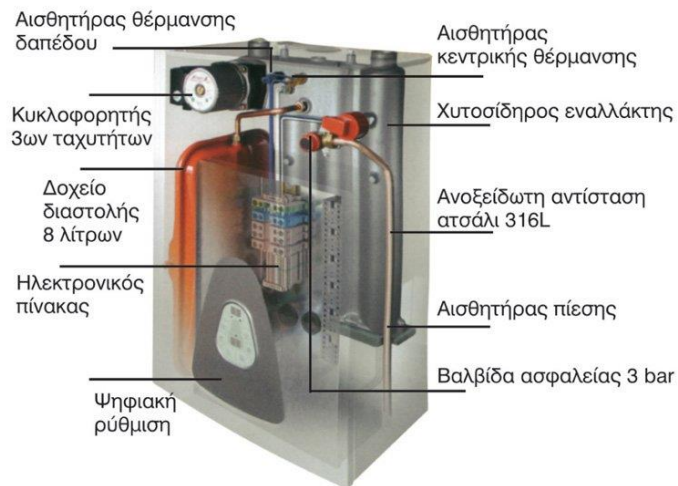
4.2 Ηλεκτρικοί Λέβητες

Τα τελευταία χρόνια αρχίζουν να χρησιμοποιούνται και να γίνονται όλο και πιο γνωστοί, οι ηλεκτρικοί λέβητες. Οι ηλεκτρικοί λέβητες τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα από το υφιστάμενο δίκτυο του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η λειτουργία τους βασίζεται στον παραδοσιακό τρόπο θέρμανσης του νερού των θερμαντικών σωμάτων. Αφότου θερμανθεί το νερό μεταφέρεται στο χώρο με ένα δίκτυο διανομής και η θερμότητα αποδίδεται στο χώρο με μία τερματική μονάδα (καλοριφέρ, fan coil κ.λπ.). Δηλαδή διατηρούν όλα τα πλεονεκτήματα της θέρμανσης με οποιοδήποτε καύσιμο, αλλά μας απαλλάσσουν από τον συνεχή ανεφοδιασμό και αποθήκευση της ανάλογης πηγής παραγωγής θέρμανσης.

Η κατασκευή των εν λόγω συσκευών ηλεκτρικής θέρμανσης περιλαμβάνει:

- Το σώμα του λέβητα, το οποίο μπορεί να είναι χάλκινο, χαλύβδινο ή από χυτοσίδηρο

- Τις ηλεκτρικές αντιστάσεις (που είναι συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα τύπου 316 L) ή τα ηλεκτρόδια (δηλαδή τους μετατροπείς της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική βάση της αρχής της ηλεκτρόλυσης)
- Τον κυκλοφορητή και το δοχείο διαστολής
- Όλα τα απαραίτητα συστήματα ασφαλείας όπως τη βαλβίδα ασφαλείας και το θερμοστάτη υπερθέρμανσης κ.α.



Εικόνα 52 : Μέρη του ηλεκτρικού λέβητα

Οι ηλεκτρικοί λέβητες έχουν πάρα πολλά πλεονεκτήματα σχετικά με την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρησή τους. Πιο συγκεκριμένα:

1. Έχουν τη δυνατότητα αυτόνομης θέρμανσης χωρίς λεβητοστάσιο, καπνοδόχο, βάνες αυτονομίας και ωρομετρητές ή θερμοδομετρητές.
2. Υπάρχει ευκολία εγκατάστασης, λόγω του μικρού βάρους και όγκου, αφού ένας ενδεικτικός ηλεκτρικός λέβητας έχει διαστάσεις: ύψος 70 cm, πλάτος 40 cm, βάθος 20 cm και βάρος από 10 έως 20 kg (λέβητες για οικιακή χρήση).
3. Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.
4. Έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης, ο οποίος μπορεί να φθάνει και το 98%.
5. Έχουν σχετικά χαμηλό κόστος αγοράς.
6. Το λειτουργικό τους σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης καύσεως πετρελαίου ή αερίου προσδιορίζεται συγκρίνοντας τις εκάστοτε τιμές πώλησης πετρελαίου, φυσικού αερίου και υγραερίου με το ημερήσιο τιμολόγιο της ΔΕΗ, λαμβάνοντας υπόψη και το βαθμό απόδοσης των συσκευών.

Η μονάδα του ηλεκτρικού λέβητα έχοντας μικρές διαστάσεις (σε σχέση με ένα λέβητα πετρελαίου) κατά κύριο λόγο τοποθετείται στο εσωτερικό του σπιτιού, ώστε να επιτυγχάνονται μηδενικές απώλειες και παράλληλα να υπάρχει καλύτερος έλεγχος του μηχανήματος. Ωστόσο, υπάρχει και η δυνατότητα τοποθέτησης σε εξωτερικό χώρο, π.χ. στη θέση που ήταν ο λέβητας πετρελαίου. Ενδεικτικά, για ένα διαμέρισμα των 50 – 100 τετραγωνικών απαιτείται ηλεκτρικός λέβητα ισχύος 8 kW.

Συνοπτικά, οι ηλεκτρικοί λέβητες είναι μια συμφέρουσα και έξυπνη λύση για θέρμανση και για ζεστό νερό χρήσης. Τυπικές τιμές ισχύος που μπορούμε να βρούμε στην αγορά είναι 6 kW – 24 kW. Επειδή υπάρχει πολύ μεγάλος ανταγωνισμός, από πολλές εταιρίες κατασκευής τους

όπως Ferroli, Elnur, Sieline, Dimplex κ.α., οι ηλεκτρικοί λέβητες μπορεί να ξεκινάνε από 500€ και να φτάνουν έως και τη τιμή των 4500€.

Όμως, για τους ηλεκτρικούς λέβητες απαιτείται ειδική γραμμή παροχής. Συγκεκριμένα, λέβητες έως 10 - 12 kW μπορούμε να τους συνδέσουμε σε μονοφασική παροχή 230 V του δικτύου, ενώ για λέβητες παραπάνω ισχύος χρειαζόμαστε τριφασική παροχή 400V από το δίκτυο.



Εικόνα 53 : Ηλεκτρικός Λέβητας 12 kW

4.3 Καυστήρας

Ο καυστήρας είναι η συσκευή στην οποία πραγματοποιείται η ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα και τελικά η καύση του μίγματος αυτού. Επίσης η ηλεκτρική του ισχύς ανέρχεται περίπου στα 150 - 200W. Στους καυστήρες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης, το πετρέλαιο συμπιέζεται από μια αντλία (με πίεση περίπου 12 bar) και οδηγείται στο ακροφύσιο (μπεκ), όπου διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια. Μόλις τα σταγονίδια βγουν από το ακροφύσιο αναμιγνύονται με τον αέρα που προσάγεται μέσω ανεμιστήρα. Στη συνέχεια το μίγμα πετρελαίου - αέρα περνά μέσα από ένα σπινθήρα υψηλής τάσεως και αναφλέγεται. Το ακροφύσιο είναι ένα πολύ βασικό εξάρτημα του καυστήρα και χαρακτηρίζεται από την παροχή του σε gal/h (γαλόνια ανά ώρα), τη γωνία ψεκασμού των σταγονιδίων πετρελαίου και το σχήμα του νέφους των σταγονιδίων.



Εικόνα 54 : Ανατομία μπεκ

Οι καυστήρες φυσικού αερίου διακρίνονται στους πιεστικούς και τους ατμοσφαιρικούς. Οι πιεστικοί καυστήρες αερίου μοιάζουν με τους καυστήρες πετρελαίου και η προσαγωγή του αέρα γίνεται με ανεμιστήρα. Στην θέση του ακροφυσίου πετρελαίου υπάρχει το ακροφύσιο του αερίου με τις σπές εκροής του. Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες αερίου συνεργάζονται με αντίστοιχους λέβητες θερμαντικής ισχύος έως 100 kW. Ο αέρας προσάγεται με φυσικό ελκυσμό και εφάπτεται με τη φλόγα μόνο εξωτερικά, γι' αυτό και προκύπτει επιμήκης φλόγα χρώματος μπλε.

4.3.1 Λειτουργία καυστήρα πετρελαίου

Ο καυστήρας ελέγχεται από αυτοματισμούς. Για να αρχίσει την λειτουργία του πρέπει το ηλεκτρονικό του να δεχθεί ηλεκτρική εντολή (φάση) από τον θερμοστάτη του πίνακα του λέβητα. Όταν γίνει αυτό τότε συμβαίνουν με την σειρά τα εξής:

1. Το ηλεκτρονικό δίνει εντολή στο μοτέρ του καυστήρα. Αυτό αρχίζει να περιστρέφεται και μαζί του αρχίζει να περιστρέφεται η φτερωτή και η αντλία πετρελαίου. Αυτό αργεί για λίγο να συμβεί σε καυστήρες με προθερμαντήρα. Θα πρέπει πρώτα το πετρέλαιο να θερμανθεί μέσα στον σωλήνα πετρελαίου του καυστήρα και μετά να αρχίσουν οι παραπάνω διεργασίες.
2. Αρχίζει να λειτουργεί ο μετασχηματιστής και δημιουργείται σπινθήρας στην άκρη των ηλεκτροδίων πάνω από το μπεκ. Σε ορισμένους καυστήρες αυτό γίνεται την στιγμή που ανοίγει η ηλεκτρομαγνητική βάννα πετρελαίου και αρχίζει να ψεκάζει πετρέλαιο το μπεκ.
3. Μετά από λίγα δευτερόλεπτα (2 μέχρι 15 ανάλογα τον τύπο του καυστήρα) και εφ' όσον δεν υπάρχει φλόγα μέσα στον καυστήρα ανοίγει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πετρελαίου. Μια ορισμένη ποσότητα καυσίμου πλέον πρεσάρεται προς το μπεκ). Έτσι γίνεται ο ψεκασμός του πετρελαίου και η ανάμειξη του με τον αέρα που ήδη παρέχει η φτερωτή. Το μείγμα αυτό πετρελαίου αέρα αναφλέγεται από τον σπινθήρα των ηλεκτροδίων.
4. Το φωτοκύτταρο πλέον δέχεται το φως της φλόγας και μετά από λίγα δευτερόλεπτα δίνει εντολή (μέσω του ηλεκτρονικού) για διακοπή λειτουργίας του μετασχηματιστή, ενώ ο καυστήρας συνεχίζει να λειτουργεί.
5. Όταν κοπεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος προς το ηλεκτρονικό επειδή δίνει εντολή ο θερμοστάτης χώρου ή ο θερμοστάτης του καυστήρα από τον πίνακα του λέβητα ή και από άλλη αιτία, σταματά η λειτουργία του καυστήρα. Σταματά δηλαδή το μοτέρ και κλείνει η ηλεκτρομαγνητική βάννα πετρελαίου.

Διατάξεις προστασίας και ελέγχου του καυστήρα - δικτύου: Είναι υδραυλικά συστήματα που αποσκοπούν στην προστασία των δικτύων από υπερπίεσεις, εισροή αέρα και μικροσωματιδίων. Συνήθως συναντώνται οι εξής διατάξεις:



Εικόνα 55 : Τα μέρη του καυστήρα

4.3.2 Παρατηρήσεις λειτουργίας καυστήρα πετρελαίου

Ο αρχικός χρόνος των λίγων δευτερολέπτων που φυσά ο ανεμιστήρας χωρίς την παροχή πετρελαίου έχει σπουδαία σημασία. Πρώτον ο ανεμιστήρας πετυχαίνει μετά από λίγο να αποδώσει πλήρως και δεύτερον καθαρίζει ο λέβητας από τυχόν επικίνδυνες αναθυμιάσεις πετρελαίου.

Αν μετά από ορισμένες αποτυχημένες προσπάθειες ανάματος του καυστήρα ο λέβητας είναι ζεστός, τότε το πετρέλαιο που ψεκάζεται από το μπεκ και επειδή έρχεται σε επαφή με τα ζεστά μέρη του λέβητα εξατμίζεται, δημιουργώντας έτσι ένα επικίνδυνο νέφος αερίου.

Όταν τα αέρια αυτά έρθουν σε επαφή με την φλόγα ακολουθεί έκρηξη. Έτσι γίνανε αρκετές εκρήξεις γιατί, κάποιος θεώρησαν καλό αντί να αντικαταστήσουν μια χαλασμένη ηλεκτρομαγνητική βάννα πετρελαίου, να την καταργήσουν.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι ο καυστήρας δεν ανάβει όταν :

1. Δεν υπάρχει παροχή ηλεκτρικού ρεύματος προς το ηλεκτρονικό του καυστήρα.
2. Υπάρχει φως από φλόγα ή άλλη αιτία μέσα στον λέβητα πριν από το άνοιγμα της ηλεκτρομαγνητικής βάννας πετρελαίου.
3. Δεν δημιουργείται σπινθήρας επειδή
 - (α) είναι χαλασμένος ο μετασχηματιστής,
 - (β) είναι κατεστραμμένα ή βρώμικα τα ηλεκτρόδια,
 - (γ) δεν είναι σωστά τοποθετημένα αυτά,
 - (δ) είναι χαλασμένο το ηλεκτρονικό.
4. Δεν ψεκάζεται πετρέλαιο επειδή
 - (α) δεν υπάρχει πετρέλαιο,
 - (β) έχει χαλάσει η ηλεκτρομαγνητική πετρελαίου,
 - (γ) έχει βουλώσει το μπεκ ή ο σωλήνας παροχής πετρελαίου,
 - (δ) έχει χαλάσει το ηλεκτρονικό,
 - (ε) από άλλες αιτίες (παγωμένο πετρέλαιο, νερό στο πετρέλαιο ή σκουπίδια κ.λπ.).
5. Ο αέρας είναι πολύ περισσότερος από αυτόν που απαιτείται (κακή ρύθμιση του τάμπερ ή λανθασμένη τοποθέτηση του διασκορπιστήρα).
6. Δεν βλέπει φως το φωτοκύτταρο μετά το άνοιγμα της βάννας πετρελαίου, επειδή κατά πάσα πιθανότητα είναι λερωμένο ή είναι χαλασμένο ή φταίει το ηλεκτρονικό. Πάντως στην περίπτωση αυτή, αν ο καυστήρας ανάβει και σβήνει τότε κατά πάσα πιθανότητα φταίει το φωτοκύτταρο.
7. Έχει πάθει βλάβη το ηλεκτρονικό.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, το ηλεκτρονικό μπλοκάρει την λειτουργία του καυστήρα, ανάβοντας το μπουτόν επαναφοράς που βρίσκεται πάνω του. Για να επαναφέρουμε σε λειτουργία τον καυστήρα, θα πρέπει να πιέσουμε μετά από λίγα λεπτά το μπουτόν αυτό. Αν και πάλι από δυο τρεις επαναφορές μπλοκάρει ο καυστήρας, θα πρέπει να αρχίσουμε να ψάχνουμε σε ποιο όργανο υπάρχει βλάβη^{xxiv}.

4 . 4 Αερόψυκτος/ Υδρόψυκτος Ψύκτης

Στην περίπτωση που θέλουμε να έχουμε ένα κεντρικό σύστημα ψύξης ή κλιματισμού κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, τα κύρια συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι οι αερόψυκτοι/ υδρόψυκτοι ψύκτες. Κατά τον θερινό κλιματισμό, η θερμότητα που αφαιρείται από τους χώρους πρέπει να απορριφθεί στην ατμόσφαιρα. Στις υδρόψυκτες ψυκτικές μονάδες, οι

οποίες τοποθετούνται και σε εσωτερικούς χώρους η απόρριψη γίνεται με ένα κύκλωμα νερού ψύξης μεταξύ του συμπυκνωτή της ψυκτικής μονάδας και ενός πύργου ψύξης, ο οποίος όμως τοποθετείται σε εξωτερικό χώρο και καταναλίσκεται ηλεκτρική ενέργεια από την αντλία κυκλοφορίας του νερού και από τους ανεμιστήρες του πύργου ψύξης.



Εικόνα 56 : Υδρόψυκτη ψυκτική μονάδα

Η θερμότητα η οποία απορροφάται από τον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα παγωμένου νερού πρέπει να αποβληθεί. Ο πύργος ψύξης είναι η μονάδα των υδρόψυκτων συστημάτων η οποία αποβάλλει αυτή τη θερμότητα προς την ατμόσφαιρα. Η αντλία νερού μετακινεί το νερό που περιέχει τη θερμότητα προς τον πύργο ψύξης. Στα συστήματα συμπίεσης, ο ψυκτικός πύργος πρέπει να αποβάλλει περισσότερη θερμότητα από αυτήν που απορροφά το σύστημα παγωμένου νερού από το οίκημα. Το σύστημα παγωμένου νερού, γνωστό και ως chiller, απορροφά τη θερμότητα από το κύκλωμα του παγωμένου νερού και στα συστήματα με συμπίεση, ο συμπιεστής προσθέτει θερμότητα από τη συμπίεση στο θερμό αέριο που αντλείται προς το συμπυκνωτή. Ο συμπιεστής προσθέτει 25% πρόσθετη θερμότητα, οπότε ο ψυκτικός πύργος πρέπει να αποβάλλει 25% περισσότερη θερμότητα από αυτήν που συγκεντρώνει το σύστημα παγωμένου νερού κατά την ψύξη του οικήματος.



Εικόνα 57 : Πύργος ψύξης

Ο συμπυκνωτής πρέπει να επεξεργάζεται το νερό μέσα στα προκαθορισμένα όρια του συστήματος, διαφορετικά το σύστημα δε θα λειτουργεί ικανοποιητικά. Η θερμοκρασία του νερού που φεύγει από το ψυκτικό πύργο των περισσότερων ψυκτικών συστημάτων είναι 29,5 °C.

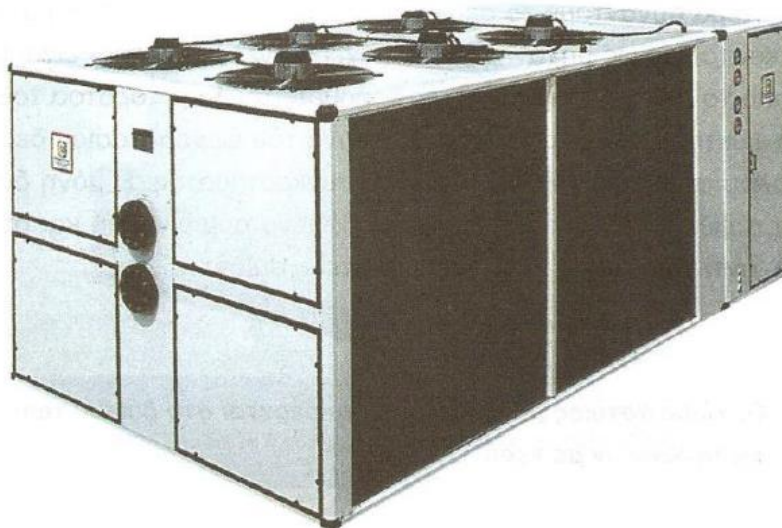
Όλοι οι ψυκτικοί πύργοι λειτουργούν κατά τον ίδιο τρόπο. Μειώνουν τη θερμοκρασία του νερού μέσα στον πύργο με μέσα ατμοποίησης, καθώς το νερό κινείται δια μέσου του πύργου, η επιφάνεια του νερού αυξάνεται για να αυξηθεί η ατμοποίηση του. Σε αυτό που διαφέρουν μεταξύ τους οι πύργοι ψύξης είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί ο καθένας για την αύξηση της επιφάνειας του νερού. Ένας σύγχρονος πύργος ψύξης μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία του νερού στα επίπεδα της θερμοκρασίας υγρού του εισερχόμενου αέρα.

Υπάρχουν δύο τύποι ροής του αέρα στους ψυκτικούς πύργους:

1. Η ροή πλευρικής εισόδου του αέρα από το κάτω μέρος του υλικού πλήρωσης, όπου ο αέρας εισέρχεται από τα πλευρικά τοιχώματα κι έλκεται προς την κορυφή του πύργου για να βγει προς τα έξω. Στους μικρότερους πύργους αυτού του τύπου ο ανεμιστήρας βρίσκεται στη μια πλευρά του πύργου και ο αέρας εξέρχεται από την άλλη πλευρά. Όταν ο αέρας εξέρχεται πλευρικά από τον πύργο, τότε απαιτείται προσοχή ώστε ο αέρας που είναι φορτωμένος με υγρασία να μη δημιουργεί προβλήματα στο χώρο που εξέρχεται.

2. Η ροή εισόδου κάτω πλευράς, όπου ο αέρας εισέρχεται από το κάτω μέρος του πύργου και εξέρχεται από την κορυφή του. Το νερό κινείται προς τα κάτω καθώς ο αέρας κινείται προς τα πάνω και δια μέσου του νερού.

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



Εικόνα 58 : Κλειστό αερόψυκτο συγκρότημα σε μεταλλική κατασκευή

Στις αερόψυκτες ψυκτικές μονάδες, οι οποίες τοποθετούνται μόνο σε υπαίθριο χώρο, η απόρριψη γίνεται με διοχέτευση αέρα στον συμπυκνωτή της ψυκτικής μονάδας, οπότε καταναλίσκεται ηλεκτρική ενέργεια από τους ανεμιστήρες της ψυκτικής μονάδας.

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές χρησιμοποιούν τον αέρα σαν μέσο απόρριψης της θερμότητας. Αυτοί οι συμπυκνωτές έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν όπου υπάρχει δυσκολία χρήσης νερού. Οι πρώτοι αερόψυκτοι συμπυκνωτές ήταν από απλούς σωλήνες

και ο αέρας ψύξης προερχόταν από τον ανεμιστήρα του συμπιεστή, ο οποίος σε αυτήν την περίπτωση ήταν ακάλυπτος. Για να βελτιωθεί η απόδοση ενός τέτοιου συμπυκνωτή και για να γίνει μικρότερος, προστέθηκαν πτερύγια για την επέκταση της επιφάνειας του χώρου ψύξης. Οι συμπυκνωτές αυτοί κανονικά ήταν κατασκευασμένοι από χάλυβα. Οι συμπυκνωτές αυτοί βρίσκονται σε διάφορους τύπους. Σε μερικούς ο αέρας εμφυσάτε οριζόντια διαμέσου αυτών και εκτίθεται σε αέρια ρεύματα. Σε μερικούς αερόψυκτους συμπυκνωτές η ροή του αέρα γίνεται κατακόρυφα. Αυτοί οι συμπυκνωτές παίρνουν αέρα από το κάτω μέρος και τον αποβάλλουν από το πάνω μέρος τους. Τα ρεύματα αέρα δεν επηρεάζουν αυτούς του συμπυκνωτές καθόλου, ενώ σε εκείνους όπου απορροφά τον αέρα από τα πλάγια και τον αποβάλλει από το πάνω μέρος, μπορεί να επηρεαστεί από τα αέρια ρεύματα.

Τα μικρά ψυκτικά συστήματα τοποθετούνται συχνά μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, όπως για παράδειγμα σε ένα εστιατόριο ή σε μια αποθήκη. Αυτοί οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές κανονικά έχουν μια ευρύτητα στην επιφάνεια τους εξαιτίας των χαλύβδινων πτερυγίων τα οποία τοποθετούνται πάνω σε μια χαλύβδινη σερπαντίνα και αντέχουν περισσότερο χρόνο.

Τις περισσότερες φορές, το θερμό αέριο εισέρχεται στον αερόψυκτο συμπυκνωτή από το επάνω μέρος του. Οι αρχικές σωλήνες του συμπυκνωτή λαμβάνουν το θερμό αέριο κατευθείαν από το συμπιεστή. Αυτό το αέριο θα είναι υπέρθερμο. Όταν το υπέρθερμο ψυκτικό μέσο από τον εξαμιστή φτάσει στο συμπιεστή, τότε στο αέριο προστίθεται περισσότερη θερμότητα. Ένα μέρος της ενέργειας η οποία τροφοδοτείται στο συμπιεστή, μεταφέρεται στο ψυκτικό μέσο υπό τη μορφή της θερμικής ενέργειας. Αυτή η πρόσθετη θερμότητα προστίθεται από το συμπιεστή προκαλώντας την υπερθέρμανση του ψυκτικού μέσου το οποίο εγκαταλείπει το συμπιεστή^{xxv}.

4.5 Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ)

Η συμπαράγωγή (CHP – Combined Heat & Power) είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Η ιδέα της συμπαράγωγής είναι αρκετά παλαιά και αναπτύχθηκε λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης των συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής. Τα συστήματα συμπαράγωγής έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τους την ανάκτηση του μεγαλύτερου μέρους της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, η οποία αν δεν μεσολαβήσει κάποια άλλη διεργασία, αποτελεί απλώς απώλεια προς το περιβάλλον, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτόν εξοικονόμηση πόρων και βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

4.5.1 Πλεονεκτήματα ΣΗΘ

Με τη χρήση της συμπαράγωγής υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα ως προς την οικονομία παραγωγής, αλλά και για το περιβάλλον. Μερικά από αυτά τα πλεονεκτήματα παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω :

1. Μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ.
2. Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα παραγόμενα καυσαέρια ιδιαίτερα των σωματιδίων του CO₂ που συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
3. Σε περιπτώσεις παραγωγής βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ΣΗΘ παράγοντας ηλεκτρική/ θερμική ενέργεια, και με τον τρόπο αυτό δεν επιβαρύνουμε το περιβάλλον.

4. Με την εφαρμογή του συστήματος ΣΗΘ στην βιομηχανία έχουμε τεράστια εξοικονόμηση και αξιοποίηση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας σε συστήματα τηλεθέρμανσης (4.6) προς όφελος του κοινωνικού συνόλου.

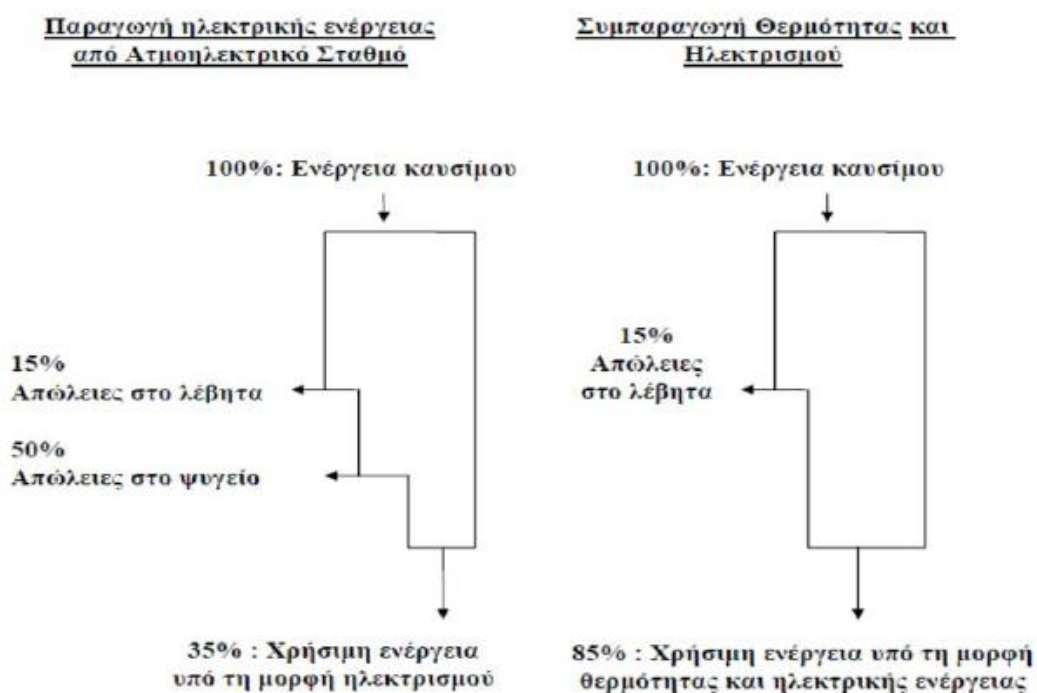
5. Εξασφαλίζει το δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτοντας τους καταναλωτές από πιθανές διακοπές ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, συμβάλλοντας στην αύξηση της αξιοπιστίας του. Παράλληλα επιτυγχάνεται με το σύστημα της Σ.Η.Θ μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων - κλειδί πρόκληση για την ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

6. Περιορισμός απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (τάξεως 8-10%) εφόσον τα συστήματα συμπαραγωγής βρίσκονται πιο κοντά στους καταναλωτές απ' ότι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.

7. Δυνατότητα ανεξαρτητοποίησης από τις μεγάλες μονάδες παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα με τεράστιες επιπτώσεις στην εθνική οικονομία και στο περιβάλλον. Η Σ.Η.Θ είναι το καλύτερο εργαλείο για την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς.

8. Αύξηση της απασχόλησης - Μελέτες έχουν αποδείξει την αύξηση του αριθμού των εργαζόμενων στον τομέα της συμπαραγωγής.

9. Η συμπαραγωγή μειώνει το σύνολο των δαπανών για εισαγόμενα καύσιμα, επιδρώντας θετικά στην εθνική οικονομία.



Εικόνα 59 : Διαφορές απλής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη συμπαραγωγή

4.5.2 Τεχνολογίες ΣΗΘ

Οι μονάδες ΣΗΘ που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι με: μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), αεριοστρόβιλους, μονάδες συνδιασμένου κύκλου, κυψέλες καυσίμου κ.α. Για τη λειτουργία των μονάδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε ορυκτό καύσιμο ή βιομάζα. Οι αποδόσεις των συστημάτων συμπαραγωγής φτάνουν το 90% σε σύγκριση με το 57,5% για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας με συμβατικό σύστημα.

Η ισορροπία μεταξύ του ηλεκτρικού και του θερμικού φορτίου είναι συνήθως ένας λόγος ηλεκτρικής ισχύος προς θερμικό φορτίο 1:2. Αυτό ονομάζεται βιβλιογραφικά Power to Heat Ratio (PHR). Το θερμικό φορτίο είναι συνήθως το κριτήριο για τη διαστασιολόγηση του συστήματος. Ανάλογα, η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται μπορεί να διοχετεύεται προς το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για θέρμανση το χειμώνα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το καλοκαίρι για ψύξη σε συνδιασμό, για παράδειγμα με ψύκτες απορρόφησης (τρι-παραγωγή).

Πίνακας 5 : Τεχνικά χαρακτηριστικά τεχνολογιών συμπαραγωγής

Τεχνολογία	Εύρος ισχύος (kW)		Διαθεσιμότητα	Απόδοση Ηλεκτρισμού		Συνολική Απόδοση	
	min	max	Μέση Τιμή	min	max	min	max
Διπλού καυσίμου	200	16.000+	92%	29%	45%	65%	90%
Ντηζελοκινητήρας	30	10.000+	85%	27%	45%	65%	90%
Βενζινοκινητήρας	20	6.000+	82%	25%	43%	70%	92%
Μικροτουρμπίνα	30	200	95%	25%	32%	78%	84%
Κυψέλη καυσίμου	1	200	91%	36%	42%	78%	85%

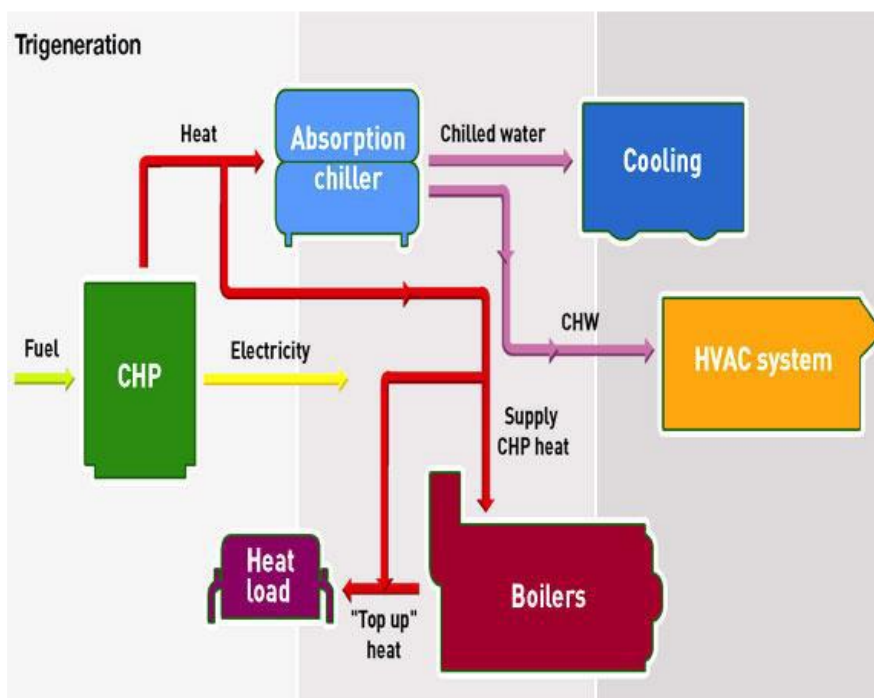
Πίνακας 6 : Τεχνικά χαρακτηριστικά τεχνολογιών τρι-παραγωγής

Τεχνολογία	PHR		ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΚΑΥΣΙΜΑ
	min	max		
Διπλού καυσίμου	0,33 *	2,40	Ατμός Χαμηλής Πίεσης, Θερμό νερό χαμηλής-μέσης Θερμοκρασίας	ΑΕΡΙΟ, ΒΙΟΑΕΡΙΟ, LPG, ΜΑΖΟΥΤ
Ντηζελοκινητήρας	0,33 *	2,40	Ατμός Χαμηλής Πίεσης, Θερμό νερό χαμηλής-μέσης Θερμοκρασίας	ΑΕΡΙΟ, ΒΙΟΑΕΡΙΟ, LPG, ΜΑΖΟΥΤ,
Βενζινοκινητήρας	0,33 *	1	Θερμό νερό υψηλής-μέσης Θερμοκρασίας	ΑΕΡΙΟ, ΒΙΟΑΕΡΙΟ, LPG, ΜΑΖΟΥΤ,
Μικροτουρμπίνα	0,25 *	0,80	Ατμός Χαμηλής Πίεσης, Θερμό νερό χαμηλής-μέσης Θερμοκρασίας	ΑΕΡΙΟ, ΒΙΟΑΕΡΙΟ, LPG
Κυψέλη καυσίμου	0,50	1	Ατμός μεσαίας Στάθμης, Θερμό νερό υψηλής Θερμοκρασίας	Υδρογόνο (Είτε από καύσιμο είτε από ΑΠΕ)

Η διαφορά με την απλή συμπαραγωγή είναι ότι μπορεί μια μονάδα συμπαραγωγής να παράγει θερμότητα και ψύξη ταυτόχρονα, ή μόνο ψύξη κατά τη θερινή περίοδο. Τυπικά παράγεται θερμότητα η οποία με τη βοήθεια ενός ψύκτη απορρόφησης μετατρέπεται σε κρύο νερό ή πάγο για το κύκλωμα του κλιματισμού. Ένα τυπικό (block) διάγραμμα αυτής της λειτουργίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 60. Είναι κατανοητό ό,τι τα οφέλη είναι πολλαπλά για τον κάτοχο της συγκεκριμένης μονάδας καθώς θα μπορεί να την αξιοποιεί όλες τις εποχές του έτους^{xxvii}.

Επειδή η ψύξη είναι εποχική λειτουργία και εμφανίζεται το καλοκαίρι όπου η τιμή του φυσικού αερίου, κύριο υποψήφιο καύσιμο σε συστήματα τριπαραγωγής, είναι χαμηλή λόγω χαμηλής ζήτησης ενώ η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας λόγω ακριβώς της μεγάλης ζήτησης για την λειτουργία των ηλεκτροκίνητων κλιματιστικών μηχανημάτων, υψηλή, δημιουργεί τον απαραίτητο χώρο για την εξάπλωση συστημάτων τριπαραγωγής με ψύκτη απορρόφησης. Με την σημερινή εξέλιξη των μικροϋπολογιστών είναι δυνατόν να αποφασίζει ο χρήστης ή ο διαχειριστής του μικροδικτύου το σημείο λειτουργίας, ηλεκτρικό και θερμικό, ενός συστήματος DG-Tri, επιλέγοντας ανεξάρτητα όποια φόρτιση επιθυμεί και μάλιστα ανεξάρτητα για ηλεκτρική και θερμική παραγωγή.

Η τεχνολογία της τρι-παραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς τομείς. Η πιο απλή εφαρμογή της θα ήταν σε ένα ξενοδοχείο ή σε μία βιομηχανία παραγωγής. Για παράδειγμα, με μία μηχανή εσωτερικής καύσεως (ΜΕΚ) φυσικού αερίου, συνδεδεμένη σε μία ασύγχρονη γεννήτρια θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε εκτός από τη παραγωγή του ρεύματος τη συμπαραγωγή της θερμικής ισχύος (με μορφή νερού). Το θερμό νερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και για ζεστό νερό χρήσης σε όλη τη διάρκεια του χειμώνα, αντικαθιστώντας το πετρέλαιο θέρμανσης ή κίνησης που θα χρειαζόταν ένας λέβητας για τη λειτουργία του. Επίσης, με τη προσθήκη ενός ψύκτη απορρόφησης υπάρχει και η δυνατότητα ψύξης κατά τη καλοκαιρινή περίοδο.



Εικόνα 60 : Μπλοκ διάγραμμα τρι-παραγωγής

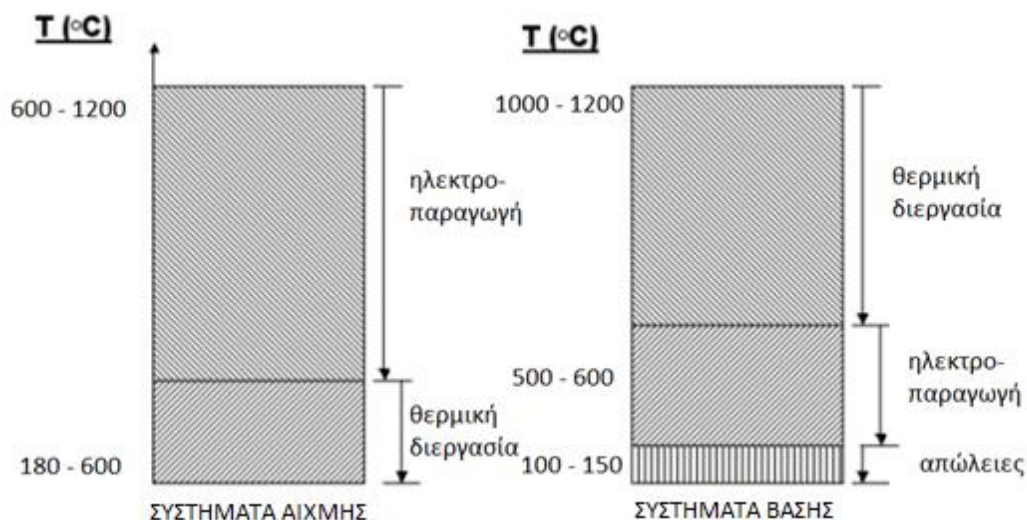
4.5.3 Τρόπος λειτουργίας (Operational mode)

Το μηχάνημα της συμπαραγωγής είναι ένας κινητήρας συνδεδεμένος με μία γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Από τη διαδικασία ψύξης του κινητήρα αλλά και από την ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια, γίνεται παράλληλα και παραγωγή θερμικής ενέργειας.

Η συμπαραγωγή διακρίνεται σε δύο βασικές προσεγγίσεις:

- Τα συστήματα βάσης
- Τα συστήματα αιχμής

Η βασική διαφορά των δύο προσεγγίσεων είναι σε ποια διεργασία δίνεται προτεραιότητα (ηλεκτροπαραγωγή ή θερμική). Μία τυπική διαφορά σε αυτά τα δύο συστήματα δείχνεται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 61 : Ποσοτική απεικόνιση συστημάτων βάσης και κορυφής

Στα συστήματα αιχμής από το ρευστό λειτουργίας που βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία, παράγεται πρώτα ηλεκτρισμός και έπειτα η εναπομένουσα θερμότητα χρησιμοποιείται για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ή για τη θέρμανση και ψύξη χώρων ή πρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα αυτά τα συναντάμε κυρίως στο κτηριακό – εμπορικό τομέα.

Στα συστήματα βάσης παράγεται πρώτα θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (συνήθως σε βιομηχανίες διεργασίας όπως υαλουργεία, χαλυβουργεία, βιομηχανία τσιμέντου) και έπειτα το ρευστό λειτουργίας, σε χαμηλότερη πλέον θερμοκρασία, διοχετεύεται σε ένα λέβητα ανάκτησης θερμότητας για τη παραγωγή ατμού, ο οποίος μέσω ενός ατμοστροβίλου χρησιμοποιείται για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι κυριότεροι τρόποι λειτουργίας ενός συστήματος συμπαραγωγής είναι οι εξής:

- 1) **Το θερμικό φορτίο καλύπτεται πλήρως (thermally driven).** Ανά πάσα στιγμή το θερμικό φορτίο είναι το κύριο και η περίσσεια ηλεκτρισμού, αν υπάρχει, διατίθεται στο εθνικό δίκτυο ενώ αν λείπει, προμηθεύεται από εκεί. Αξίζει να σημειωθεί πως, την πιο μεγάλη αποδοτικότητα τη προσφέρουν αυτού του πρότυπου τα συστήματα, τα οποία είναι πιο διαδεδομένα στο τριτογενή τομέα.
- 2) **Το ηλεκτρικό φορτίο να καλύπτεται πλήρως (electrically Driven).** Πρωταρχικό ρόλο παίζει η παραγωγή ρεύματος, ενώ αν καταστεί ανάγκη για επιπλέον θερμότητα αυτή δίδεται από κάποιο λέβητα, ενώ η περίσσεια αποβάλλεται μέσω ψυκτών στο περιβάλλον.
- 3) **Μεικτή λειτουργία.** Εδώ δεν καλύπτεται κανένα φορτίο στο σύνολό του και έχουμε βοηθητική λειτουργία και στα δύο συστήματα, ηλεκτρικό και θερμικό.
- 4) **Ταυτόχρονη πλήρης κάλυψη και του θερμικού και του ηλεκτρικού φορτίου.** Είναι το πιο περίπλοκο σύστημα από όλα, διότι πρέπει να προβλεφθούν τυχόν εφεδρείες του συστήματος στο peak (τη μέγιστη ισχύ) του. Επιπλέον, λόγω της περιπλοκότητάς του, απαιτεί μεγάλο αρχικό κεφάλαιο εγκατάστασης^{xxvi}.

4.6 Τηλεθέρμανση

Ένας τρόπος κεντρικής θέρμανσης, ο οποίος δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος είναι η τηλεθέρμανση. Ειδικότερα για την θέρμανση πόλεων ή οικισμών, γνωστή με τον όρο

τηλεθέρμανση (στα αγγλικά district heating), επιπλέον της απόστασης και διασποράς έχουν σημασία ο ετήσιος αριθμός βαθμομερών και η απαιτούμενη θερμική ισχύς. Στις περισσότερες περιπτώσεις η οικονομική απόσταση μεταφοράς δεν ξεπερνά τα 10 km, ενώ πολύ σπάνια μπορεί να φτάσει μέχρι τα 30 km. Μία απλοποιημένη διάταξη παρουσιάζεται στην εικόνα παρακάτω (Εικόνα 62).

Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα ξεκίνησε στην Πτολεμαΐδα το 1960, θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Σήμερα εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης διαθέτουν οι πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμύνταιου, Φιλώτα, Μεγαλόπολης και των Σερρών που αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών^{xxvii}.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως λόγω του τρόπου λειτουργίας της τηλεθέρμανσης, δεν γίνονται πολλές αναλύσεις από τον ενεργειακό επιθεωρητή.



Εικόνα 62 : Τυπική διάταξη τηλεθέρμανσης

Η θέρμανση του νερού γίνεται με την καύση αερίου, πετρελαίου ή γαιανθράκων (λιγνιτών) σε ένα εργοστάσιο παραγωγής κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και συμπληρωματικά θερμικής ή αντίστροφα. Η θερμότητα, η οποία απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της τηλεθέρμανσης, προέρχεται από τον ατμό του εργοστασίου και μάλιστα στο τέλος της διαδικασίας. Ο ατμός αυτός έχει μια θερμοκρασία 120° - 140°C. με τον θερμό αυτόν ατμό θερμαίνεται το νερό, που χρησιμοποιείται στην τηλεθέρμανση, περνώντας οι σωλήνες, με τους οποίους μεταφέρεται, δίπλα από τον ατμό, δηλαδή σ' έναν εναλλάκτη θερμότητας. Στην αρχή της παροχής, στο εργοστάσιο, το νερό έχει θερμοκρασία 100°C και στην επιστροφή 20° - 40°C.

Μια τέτοια εγκατάσταση αποτελείται από:

- Το σταθμό παραγωγής θερμότητας που είναι εγκατεστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός και εκεί υπάρχουν επίσης οι λέβητες, το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, η καπνοδόχος, οι αντλίες κλπ.
- Τον αγωγό μεταφοράς (Εικόνα 63), που αρχίζει από το εργοστάσιο και τελειώνει στην αρχή της πόλης, η οποία δεν πρέπει να είναι σε απόσταση μεγαλύτερη των 30 km.
- Το δίκτυο διανομής του θερμού νερού μέσα στην πόλη.
- Το κεντρικό αντλιοστάσιο.

- Τους υποσταθμούς σύνδεσης, οι οποίοι συμβάλλουν στη σύνδεση των εσωτερικών εγκαταστάσεων θέρμανσης των κτιρίων με το δίκτυο διανομής τηλεθέρμανσης.
- Τις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των κτιρίων, οι οποίες αποτελούνται από τα δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα κλπ.
- Τον αποσυμπιεστή, γιατί για να φτάσει το νερό στην πόλη έχει μεγάλη πίεση την οποία δεν θα μπορούσαν να αντέξουν οι σωλήνες των σπιτιών.



Εικόνα 63 : Αγωγός μεταφοράς τηλεθέρμανσης

4.7 Συστήματα Δικτύου Διανομής

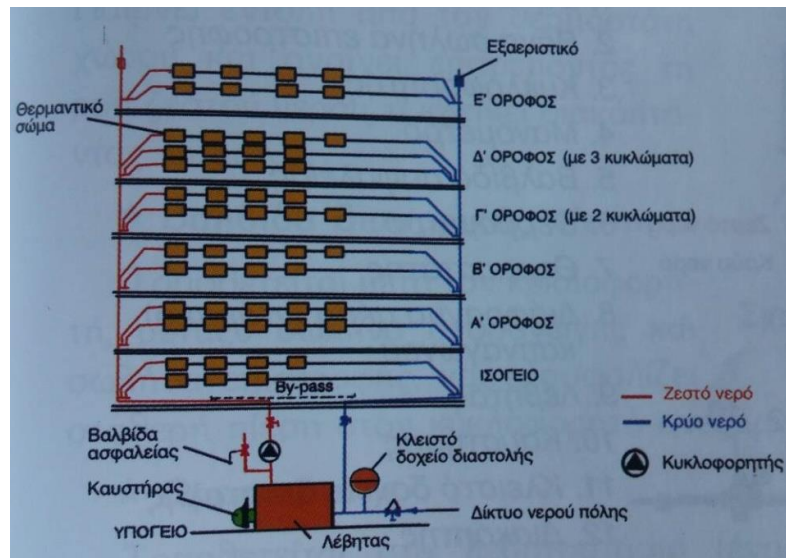
Όπως αναφέραμε σε παραπάνω παράγραφο για να γίνει η μεταφορά της θερμότητας χρειαζόμαστε ένα δίκτυο διανομής, το οποίο είναι συνήθως νερό ή αέρας. Ανάλογα λοιπόν, με το περιεχόμενο του δικτύου διανομής και τον τρόπο προσαρμογής των σωληνώσεων θα έχουμε και διαφορετικό τρόπο διανομής της θέρμανσης.

4.7.1 Δίκτυο διανομής κεντρικής θέρμανσης με νερό

Ανάλογα με τον αριθμό των σωληνώσεων προσαγωγής και επιστροφής του νερού, το σύστημα κεντρικής θέρμανσης με νερό διακρίνεται σε μονοσωλήνιο και δισωλήνιο.

- **Μονοσωλήνιο σύστημα:** Στο σύστημα αυτό υπάρχει μόνο ένας ζεύγος κατακόρυφων σωλήνων, οι οποίοι τροφοδοτούν οριζόντια κυκλώματα σε κάθε όροφο. Σε κάθε τέτοιο κύκλωμα, που ονομάζεται και βρόχος, συνδέονται 3 έως 4 θερμαντικά σώματα με τη βοήθεια τετράδου διακόπτη. Κάθε κύκλωμα διαρρέεται από δεδομένη ποσότητα νερού, που διέρχεται διαδοχικά από όλα τα θερμαντικά σώματα, με αποτέλεσμα τη διαδοχική μείωση της θερμοκρασίας του. Το κύκλωμα ξεκινά από τον κατακόρυφο σωλήνα προσαγωγής, καταλήγει στον κατακόρυφο σωλήνα επιστροφής και τοποθετείται μεταξύ πλάκας και ορατής επιφάνειας του δαπέδου.

Η σύνδεση των κυκλωμάτων ενός ορόφου με τους κατακόρυφους σωλήνες γίνεται μέσω των αντίστοιχων συλλεκτών προσαγωγής και επιστροφής, που τοποθετούνται σε ειδικό μεταλλικό κουτί σε κάθε όροφο. Ο κυκλοφορητής, που διατηρεί την κυκλοφορία του νερού στην εγκατάσταση τοποθετείται μετά τον λέβητα, ενώ για το πρόβλημα της υπερπίεσης υπάρχει κλειστό δοχείο διαστολής στο σωλήνα επιστροφής του νερού προς το λέβητα. Το δοχείο αυτό διαθέτει ελαστική μεμβράνη που διαχωρίζει το εσωτερικό σε δύο μέρη. Στο ένα μέρος βρίσκεται ένα αέριο (συνήθως άζωτο), ενώ το άλλο μέρος επικοινωνεί με το νερό της εγκατάστασης. Η συμπλήρωση της εγκατάστασης με νερό γίνεται μέσω μίας βαλβίδας, που ονομάζεται αυτόματος πλήρωσης, η οποία συνδέεται με το δίκτυο ύδρευσης. Τέλος, αν η πίεση του νερού υπερβεί μια μέγιστη τιμή από την βαλβίδα ασφαλείας εκκενώνεται μία ποσότητα νερού και έτσι η πίεση μειώνεται. Το μεγάλο πλεονέκτημα του μονοσωλήνιου συστήματος είναι η αυτονομία που μπορεί να προσφέρει στα διαμερίσματα.



Εικόνα 64 : Σχηματικό μονοσωλήνιου συστήματος κεντρικής θέρμανσης



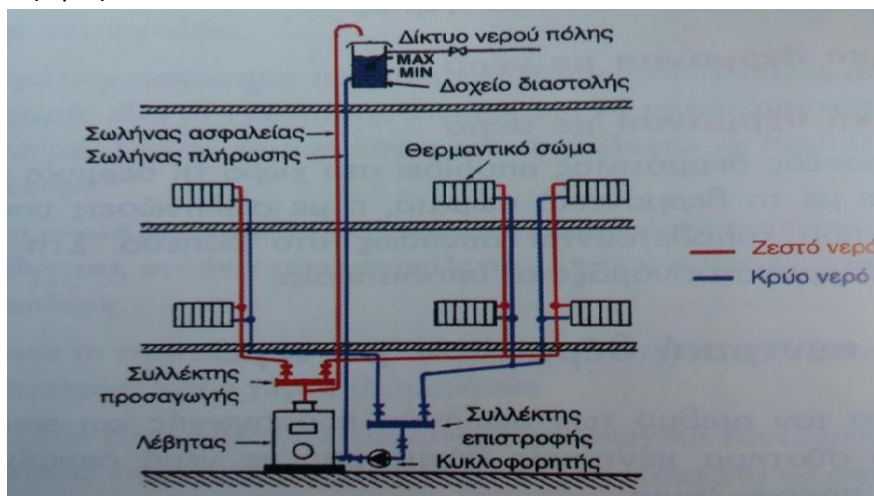
Εικόνα 65 : Θερμαντικό σώμα με παροχή νερού από μονοσωλήνιο σύστημα (είσοδος /έξοδος αριστερά και δεξιά αντίστοιχα)

- **Δισωλήνιο σύστημα:** Στο σύστημα αυτό κάθε θερμαντικό σώμα συνδέεται σε δύο σωλήνες. Ο ένας είναι ο σωλήνας του ζεστού νερού ή σωλήνας προσαγωγής και ο άλλος είναι ο σωλήνας του κρύου νερού ή σωλήνας επιστροφής, με τον οποίο το νερό επιστρέφει στο λέβητα για να θερμανθεί. Συνήθως τα θερμαντικά σώματα τροφοδοτούνται με κατακόρυφες παράλληλες σωληνώσεις, οι οποίες ενώνονται σε ένα κεντρικό οριζόντιο δίκτυο για να καταλήξουν τελικά στους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής στο λεβητοστάσιο.



Εικόνα 66 : Θερμαντικό σώμα με παροχή νερού από δισωλήνιο σύστημα (κατακόρυφοι σωλήνες δεξιά)

Για τη διατήρηση της κυκλοφορίας του νερού στην εγκατάσταση χρησιμοποιείται κυκλοφορητής (αντλία), που τοποθετείται πριν ή μετά το λέβητα. Καθώς το νερό θερμαίνεται αυξάνεται ο όγκος του. Επειδή όμως το νερό δεν συμπιέζεται θα μπορούσε να δημιουργηθεί υπερπίεση στην εγκατάσταση. Το δυσάρεστο αυτό φαινόμενο αποτρέπεται με την τοποθέτηση ενός ανοιχτού δοχείου διαστολής στο υψηλότερο σημείο της εγκατάστασης, που συνδέεται στο δίκτυο με τους σωλήνες ασφαλείας και πλήρωσης. Έτσι, στην περίπτωση της υπερπίεσης το νερό διαστέλλεται μέσω του σωλήνα ασφαλείας προς το δοχείο και στη συνέχεια προς την ατμόσφαιρα. Το δισωλήνιο σύστημα διανομής, είναι η καλύτερη λύση σε διαμερίσματα τα οποία δεν έχουν υφιστάμενη εγκατάσταση για κεντρική θέρμανση. Τέλος, αν για κάποιο λόγο υπάρχει απώλεια νερού στο δίκτυο, η απαιτούμενη ποσότητα συμπληρώνεται αυτόματα από το δοχείο μέσω του σωλήνα πλήρωσης ενώ ταυτόχρονα προστίθεται στο δοχείο νερό από το δίκτυο ύδρευσης. Παρακάτω, βλέπουμε ένα απλό σχεδιάγραμμα της διανομής νερού με το δισωλήνιο σύστημα μεταφοράς.



Εικόνα 67 : Δισωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης

Λόγω της «εύκολης» τοποθέτησης του, το δισωλήνιο σύστημα συνήθως προτιμάται σε κτήρια και σπίτια τα οποία δεν έχουν υφιστάμενη εγκατάσταση θέρμανσης. Για να μην υπάρχουν απώλειες θερμοκρασίας προς το περιβάλλον, κατά τη μεταφορά νερού στο δίκτυο, οι σωλήνες μονώνονται με ένα ειδικό θερμομονωτικό μανδύα τύπου αφρολέξ. Τα πιο συνηθισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη μόνωση των σωλήνων είναι ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας και η πολυουρεθάνη. Η μόνωση των σωλήνων πραγματοποιείται με λωρίδες μονωτικού παπλώματος ή με θερμομονωτικές θήκες (κοχύλια)^{xxviii}. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να δει αν οι σωλήνες έχουν μία επαρκή μόνωση, γιατί αλλιώς θα υπάρχουν απώλειες στο σύστημα θέρμανσης.



Εικόνα 68: Δισωλήνιο σύστημα διανομής με ανεπαρκή μόνωση (σχεδόν καθόλου)

4.7.2 Δίκτυο διανομής κεντρικής θέρμανσης με αέρα

Στο σύστημα αυτό ο φορέας θερμότητας είναι ο αέρας, ο οποίος θερμαίνεται στον αερολέβητα και οδηγείται μέσω αεραγωγών στους διάφορους χώρους. Εκεί αποδίδει τη θερμότητα του και επιστρέφει στον αερολέβητα για να ξανά θερμανθεί και να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος. Η απαγωγή του αέρα είναι προτιμότερο να γίνεται λίγο υψηλότερα από το δάπεδο και σε θερμοκρασία 2°C χαμηλότερη από την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου. Ο προσαγόμενος θερμός αέρας πρέπει να έχει θερμοκρασία μικρότερη των 40 °C. Το δίκτυο των αεραγωγών δεν συνδέεται με δοχείο διαστολής, το οποίο είναι απαραίτητο στο δίκτυο σωληνώσεων με ζεστό νερό.

Η θέρμανση του αέρα γίνεται στον αερολέβητα με την καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Με βάση το χρησιμοποιούμενο καύσιμο έχουμε του αερολέβητες πετρελαίου και τους αερολέβητες αερίου. Τέλος, ένας αερολέβητας αποτελείται από τον καυστήρα, τον εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίων- αέρα, τον καπναγωγό και τις διατάξεις ασφαλείας.



Εικόνα 69 : Δίκτυο διανομής με αέρα

4.8 Τερματικές μονάδες

Οι τερματικές μονάδες είναι οι συσκευές που μεταφέρουν τελικά την θερμότητα στους προς θέρμανση χώρους. Πρόκειται δηλαδή για εναλλάκτες μεταξύ του μέσου μεταφοράς της θερμότητας από το σύστημα παραγωγής και μέσω του δικτύου διανομής στους χώρους. Γενικά, η θερμότητα μεταδίδεται με τρεις βασικούς τρόπους:

- Αγωγή (conduction) όπου η μετάδοση της θερμότητας γίνεται μέσω της φυσικής επαφής από ένα σώμα σε άλλο,
- Συναγωγή ή μεταφορά (convection) όπου η θερμότητα μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο με την παρεμβολή κάποιας ροής (φυσικής ή βεβιασμένης) ρευστού (συνήθως αέρας) και
- Ακτινοβολία (radiation).

Η λειτουργία των τερματικών μονάδων θέρμανσης, βασίζεται κυρίως στη μεταφορά και την ακτινοβολία, ενώ συνηθέστερα συνδυάζονται και οι δύο τρόποι. Το ποσοστό μετάδοσης της θερμότητας με τον ένα ή τον άλλο τρόπο εξαρτάται από τον τύπο της τερματικής μονάδας και τη θερμοκρασία λειτουργίας της. Οι συνηθέστεροι τύποι τερματικών μονάδων θέρμανσης είναι οι ακόλουθοι:

4.8.1 Σώματα ακτινοβολίας (άβακες - radiator)

Είναι ο δημοφιλέστερος τύπος θερμαντικού σώματος, όπου η θερμότητα ακτινοβολείται στο περιβάλλον από τις θερμές επιφάνειες του σώματος. Φυσικά, σημαντικό τμήμα της μετάδοσης θερμότητας γίνεται και με μεταφορά, από την – φυσική – κυκλοφορία του αέρα γύρω από το σώμα.



Εικόνα 70 : Σώματα τύπου πάνελ (αριστερά) και σωληνωτά- Ακάν (δεξιά)

Ανάλογα με τη διαμόρφωση των επιφανειών του σώματος, η σχέση ακτινοβολίας / μεταφοράς μεταβάλλεται. Έτσι, σώματα με σχετικά επίπεδες επιφάνειες (π.χ. σώματα πάνελ) παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό ακτινοβολίας, ενώ σώματα με πτυχές, φέτες, μαιάνδρους κλπ. (π.χ. παραδοσιακά σώματα τύπου Ακάν) αποδίδουν περισσότερο με μεταφορά.

Τα σώματα ακτινοβολίας πλεονεκτούν στην αίσθηση θέρμανσης, μιας και η ακτινοβολία είναι η πιο ευχάριστη πηγή θερμότητας, καθώς και στο μικρότερο πάχος τους. Από την άλλη

μεριά, μειονεκτούν στο μεγαλύτερο γενικά μήκος και κυριότερα στην απαίτηση να είναι «ελεύθερα», δεδομένου πως κάθε κοντινό εμπόδιο αποτελεί φράγμα ακτινοβολίας (π.χ. τα ξύλινα κελύφη που συχνά τοποθετούνται για αισθητικούς λόγους και τα οποία – σε σώματα κυρίως ακτινοβολίας – μειώνουν σημαντικά την απόδοση θερμότητας στο χώρο). Παρακάτω ακολουθούν δύο ενδεικτικοί πίνακες με τιμές απόδοσης θερμότητας ανάλογα με το είδος του (ύψος, αριθμό στοιχείων, αριθμό στηλών κ.λπ.)

Πίνακας 7 : Ενδεικτικός πίνακας θερμαντικής απόδοσης σωμάτων ακτινοβολίας (για ύψος 905 mm)

Αριθμός Στοιχείων	Μήκος Σωμάτων άνευ πωμάτων	Δίστηλα (II) (kcal/h)	Τρίστηλα (III) (kcal/h)	Τετράστηλα (IV) (kcal/h)
1	40	90	130	170
5	200	450	650	850
10	400	900	1300	1700
15	600	1350	1950	2550
20	800	1800	2600	3400

Πίνακας 8 : Ενδεικτικός πίνακας θερμαντικής απόδοσης σωμάτων ακτινοβολίας (για ύψος 505 mm)

Αριθμός Στοιχείων	Μήκος Σωμάτων άνευ πωμάτων	Δίστηλα (II) (kcal/h)	Τρίστηλα (III) (kcal/h)	Τετράστηλα (IV) (kcal/h)
1	40	55	80	110
5	200	275	400	550
10	400	550	800	1100
15	600	825	1200	1650
20	800	1100	1600	2200

4.8.2 Σώματα φυσικής μεταφοράς (κονβέκτορες-convectors)

Είναι σώματα από τα οποία η θερμότητα μεταδίδεται κατά κύριο λόγο με μεταφορά από τα ρεύματα αέρα γύρω από το σώμα. Η μεταφορά (συναγωγή) θερμότητας είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η ενεργή επιφάνεια συναλλαγής του σώματος και όσο μεγαλύτερη η ταχύτητα του ρεύματος αέρα. Για τους λόγους αυτούς, οι – συνήθως αποκαλούμενοι – κονβέκτορες χαρακτηρίζονται από πληθώρα «ψυκτρών», δηλαδή πτυχών που αποτελούν τις ενεργές επιφάνειες συναλλαγής.

Οι κονβέκτορες, πλεονεκτούν σε γενικές διαστάσεις, πλην του βάθους τους που συνήθως είναι μεγαλύτερο των σωμάτων ακτινοβολίας. Πλεονεκτούν επίσης σε απόκριση, λόγω της άμεσης δημιουργίας θερμών ρευμάτων αέρα – ιδιαίτερα στην περίπτωση σωμάτων με βεβιασμένη κυκλοφορία (βλέπε ακόλουθη ενότητα).



Εικόνα 71 : Σώμα φυσικής μεταφοράς (convector)

Τα βασικά τους μειονεκτήματα συνίστανται στην χαμηλότερης αίσθησης ποιότητα θέρμανσης και στο γεγονός πως πάνω από τα σώματα αυτά δημιουργούνται συχνά «μαυρίλες» που οφείλονται στα ρεύματα αέρα που στα σημεία έντονης κυκλοφορίας (πάνω από τα σώματα) «λερώνουν» τους τοίχους αφήνοντας πάνω τους – ανθρακούχα κυρίως - μικροσωματίδια. Προφανώς το πρόβλημα αυτό είναι εντονότερο στα αστικά περιβάλλοντα με αυξημένα επίπεδα μόλυνσης (ιδιαίτερα άνθρακα).

Όπως συμβαίνει και με τα σώματα ακτινοβολίας, έτσι και στους κονβέκτορες ένα ποσοστό της θερμότητας μεταδίδεται και με ακτινοβολία. Αυτό δεν συμβαίνει μόνο στην υποπερίπτωση των «αερόθερμων», δηλαδή σωμάτων με βεβιασμένη μεταφορά, όπου οι θερμές επιφάνειες του σώματος είναι κρυμμένες σε κέλυφος και συνεπώς η θερμότητα μεταδίδεται μόνο με τα θερμά ρεύματα αέρα.

Οι κονβέκτορες είναι προτιμητέοι σε περιπτώσεις όπου τα σώματα, για λόγους κυρίως λειτουργικούς και αισθητικούς, είναι επιθυμητό να είναι «κρυμμένα». Επίσης επιλέγονται και ως σώματα άμεσης απόκρισης σε χώρους μεγάλους και με μεγάλες κρύες επιφάνειες (π.χ. εκτεταμένα υαλοστάσια), όπου τα θερμά ρεύματα αέρα είναι – τοπικά - επιθυμητά για αποφυγή συμπυκνώσεων στο εσωτερικό των επιφανειών αυτών. Σε τέτοιους χώρους μπορεί και επιλέγεται συχνά η λύση συνδυασμού και των δύο τύπων σωμάτων, προκειμένου να εξυπηρετηθούν τόσο οι απαιτήσεις αποφυγής υγρασιών και άμεσης απόκρισης, όσο και η ευχάριστη αίσθηση της ακτινοβολίας.

4.8.3 Σώματα βεβιασμένης μεταφοράς θερμότητας (αερόθερμα, Fan Coil Units)

Προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση ενός σώματος μεταφοράς, όπως προαναφέρθηκε μία εκ των δύο βασικών παραμέτρων είναι η αύξηση της ταχύτητας του ρεύματος αέρα. Έτσι, προκύπτει και η περίπτωση των σωμάτων με βεβιασμένη κυκλοφορία αέρα μέσω αντίστοιχου ανεμιστήρα. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει μετάδοση με ακτινοβολία, αφού το σώμα αποτελείται από έναν εναλλάκτη, όπου από την πλευρά του αέρα, η κυκλοφορία είναι εξαναγκασμένη και με πολύ μεγαλύτερη παροχή και ταχύτητα από ό,τι στα σώματα φυσικής κυκλοφορίας.

Όταν τα σώματα αυτά καλύπτουν μόνο τη θέρμανση χώρων, αποκαλούνται «αερόθερμα» και χαρακτηρίζονται από τα ίδια σε γενικές γραμμές πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν και τους κονβέκτορες. Επιπλέον μειονέκτημα αποτελεί ο θόρυβος της κίνησης του αέρα αλλά και του ίδιου του ανεμιστήρα, παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική σε χώρους όπου η ησυχία είναι βασικό προαπαιτούμενο (π.χ. υπνοδωμάτια). Ωστόσο, λόγω της βεβιασμένης μεταφοράς, οι αποδόσεις τους είναι σημαντικά μεγαλύτερες, ενώ το ίδιο ισχύει και για τις ροές θερμού αέρα.



Εικόνα 72 : Σώματα βεβιασμένης κυκλοφορίας (αερόθερμα - fan coils)

Συνήθεις εφαρμογές χρήσης αερόθερμων, εκτός από τις περιπτώσεις κατοικιών με μεγάλα φορτία και πολλές ψυχρές επιφάνειες, είναι και οι περιπτώσεις επαγγελματικών και βιομηχανικών χώρων, λόγω της άμεσης απόκρισης των συστημάτων αυτών.

Δεδομένου πως μία τέτοια συσκευή αποτελείται από έναν εναλλάκτη (στοιχείο) και έναν ανεμιστήρα, όταν χρησιμοποιούνται και για την ψύξη χώρων, οι συσκευές αυτές αποκαλούνται μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan coils). Ουσιαστικά δηλαδή το αερόθερμο είναι ένα fan coil εκφυλισμένο να καλύπτει μόνο τις απαιτήσεις θέρμανσης.

Βέβαια, δεδομένου πως στην ψύξη αναπόσπαστο τμήμα της επεξεργασίας του αέρα είναι – εκτός από την αισθητή ψύξη του – και η αφύγρανσή του, τα fan coils διαθέτουν και λεκάνη συλλογής συμπυκνωμάτων καθώς και αγωγό αποχέτευσής τους (με αντλία ή φυσικό τρόπο ανάλογα με τον τύπο του fan coil). Αποτελούν δηλαδή συσκευές με περισσότερα μηχανικά στοιχεία σε σχέση με τα απλά αερόθερμα, που – τουλάχιστον στη λειτουργία ψύξης – πραγματοποιούν πληρέστερη επεξεργασία του αέρα και όχι μόνο την αισθητή ψύξη του.

Πέραν των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων των αερόθερμων (μεγάλη απόδοση, άμεση απόκριση, δημιουργία θερμών ρευμάτων αέρα για αποφυγή συμπυκνώσεων σε ψυχρές επιφάνειες), ειδικότερα τα fan coils προτιμώνται σε περιπτώσεις, όπου και η ψύξη είναι βασική απαίτηση.

Τα fan coils (αλλά και τα αερόθερμα, σε μικρότερη γκάμα ωστόσο) είναι διαθέσιμα σε πολλούς τύπους:

- δαπέδου εμφανή ή κρυφά (που παραδίδονται χωρίς κάλυμμα και ο χρήστης τοποθετεί κάλυμμα της αρεσκείας του),



Εικόνα 73 : Fan coil δαπέδου με κάλυμμα

- τοίχου εμφανή (όπως τα γνωστά μας «κλιματιστικά»),



Εικόνα 74 : Fan coil (εμφανή όπως τα κλιματιστικά) τοίχου

- οροφής εμφανή (για χρήση κυρίως σε καταστήματα και γενικότερα χώρους μειωμένων Αισθητικών απαιτήσεων),



Εικόνα 75: Fan coil (εμφανής) οροφής, πάνω αριστερά

- «καναλάτα», δηλαδή κατάλληλα για σύνδεση με δίκτυο αεραγωγών που συνήθως αναπτύσσεται μέσα σε ψευδοροφές. Αυτός ο τύπος είναι ακριβότερος τόσο άμεσα (ως συσκευή δηλαδή) όσο και έμμεσα (απαιτούνται επιπλέον εργασίες, οικοδομικές όπως π.χ. η εγκατάσταση

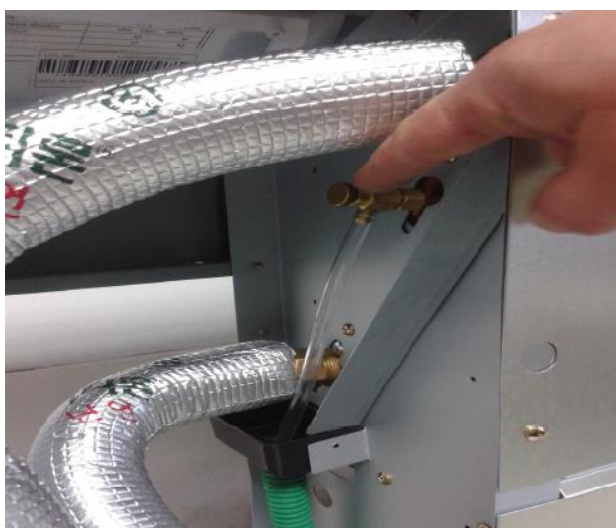
ψευδοροφών και μηχανολογικές, όπως τα δίκτυα αεραγωγών). Πλεονεκτούν ωστόσο σε αισθητική (η μονάδα είναι κρυφή) και φυσικά σε καλύτερη και πιο ομοιογενή κάλυψη του χώρου. Επίσης, είναι ευκολότερα ελέγξιμα καθώς μέσω του χειριστηρίου τοίχου, μπορεί να επιλέξει εύκολα ο χειριστής την αυξομείωση ποσότητας θέρμανσης/ ψύξης (ταχύτητες : L, M, H) αναλόγως της αρεσκείας του.



Εικόνα 76 : Fan coil «καναλάτο», σε δωμάτιο ξενοδοχείου

4.8.3.1 Συνδέσεις fan coil και συντήρηση

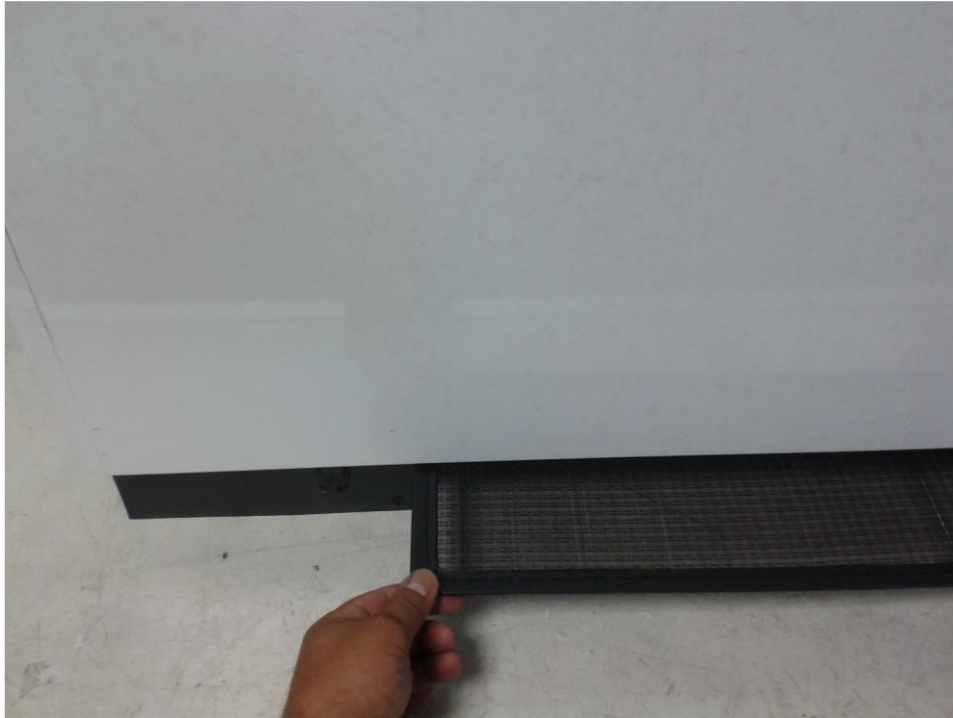
Κατά την εγκατάσταση των fan coil πρέπει να ακολουθούμε πιστά τις οδηγίες σύνδεσης (ηλεκτρικής και υδραυλικής) του κατασκευαστή του αντίστοιχου μοντέλου. Αρχικά, είναι πολύ σημαντικό να συνδέσουμε τις σωληνώσεις νερού εισόδου και εξόδου, οι οποίες πρέπει να είναι καλά μονωμένες, στις κατάλληλες υδραυλικές υποδοχές. Επίσης, είναι άκρως απαραίτητη η τοποθέτηση σωλήνα για την απομάκρυνση των συμπυκνωμάτων προς την αποχέτευση. Όσο για τις ηλεκτρικές συνδέσεις, αρκεί να συνδέσουμε το φινι αν πρόκειται για fan coil δαπέδου, αλλιώς αν έχουμε άλλου τύπου απλά συνδέουμε τα καλώδια τροφοδοσίας στην παροχή του ρεύματος καθώς και τα καλώδια που πηγαίνουν στο χειριστήριο (κοντρόλ) τοίχου.



Εικόνα 77 : Μονωμένες υδραυλικές σωληνώσεις (πάνω/ κάτω) και διάφανος σωλήνας (στη μέση) προς αποχέτευση

Για να γίνει το γέμισμα του fan coil με νερό ανοίγουμε αργά την πλήρωση. Ξεβιδώνουμε τη βίδα εξαέρωσης και όταν το νερό αρχίζει να βγαίνει από τις βαλβίδες εξαερισμού της συσκευής, τις κλείνουμε και συνεχίζουμε την πλήρωση μέχρι την επίτευξη της ονομαστικής τιμής για το σύστημα. Ελέγχουμε την υδραυλική στεγανότητα των συναρμογών. Προτείνεται να επαναληφθούν αυτές οι εργασίες αφού η συσκευή έχει δουλέψει για λίγες ώρες και να ελέγξουμε περιοδικά την πίεση του συστήματος.

Για να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία της μονάδας fan coil προτείνεται η συντήρηση και ο καθαρισμός κάθε έξι μήνες. Πρώτα, πρέπει να αφαιρεθεί το φίλτρο και να πλυθεί με κρύο νερό. Μετά, γίνεται καθαρισμός των φτερωτών και αν κριθεί απαραίτητη γίνεται αντικατάσταση μοτέρ (πάντα από τεχνικό), σύμφωνα με τον κατασκευαστή. Τέλος, πρέπει να γίνει καθαρισμός της «σκάφης» των συμπυκνωμάτων, για να αποφευχθεί το φράξιμο του σωλήνα αποχέτευσης.



Εικόνα 78 : Φίλτρο κάτω από fan coil δαπέδου

4.8.3.2 Δίοδα, τρίοδα και τετράοδα συστήματα διασυνδέσεων συστήματος fan coil

Το βασικό σύστημα 2-σωλήνων (δίοδο), ενός προσαγωγής και ενός απαγωγής νερού, παρέχει μόνο ψύξη ή μόνο θέρμανση σε όλους τους κλιματιζόμενους χώρους. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του χώρου γίνεται με τη ρύθμιση μέσω θερμοστάτη χώρου και τρίοδης βαλβίδας, της παροχής νερού στο Fan-coil. Μία επιπλέον ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται και από τον ανεμιστήρα, συνήθως 3 ταχυτήτων, ο οποίος αυξομειώνει την παροχή του αέρα στο στοιχείο.



Τομή Fan - coil

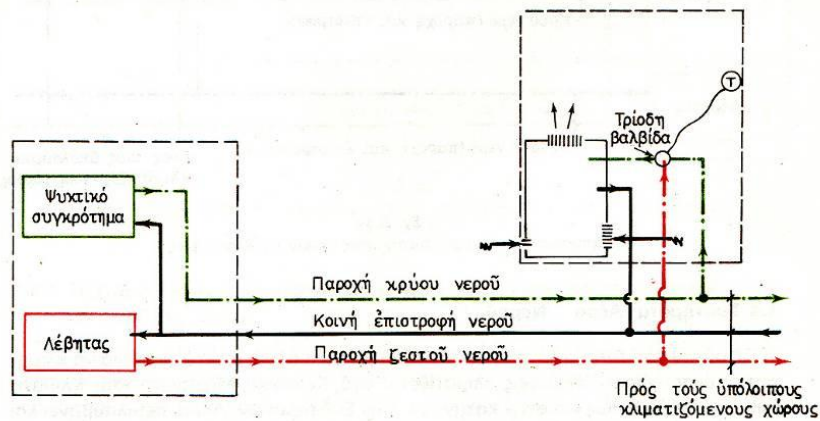
Διάγραμμα λειτουργίας σε σύστημα με σώματα Fan - coil, δύο σωλήνων

Εικόνα 79 : Δίοδο σύστημα

Στο σύστημα 3 σωλήνων υπάρχουν:

- Ένας σωλήνας προσαγωγής ψυχρού νερού
- Ένας σωλήνας προσαγωγής θερμού νερού και
- Ένας σωλήνας κοινής επιστροφής

Στο σώμα παρέχεται μόνο ψυχρό ή μόνο θερμό νερό και ανάμιξη γίνεται στο σωλήνα κοινής επιστροφής. Στην είσοδο του σώματος τοποθετούνται είτε τριόδες βαλβίδες ειδικής κατασκευής, στις οποίες η κάθε είσοδος ανοίγει προοδευτικά ενώ η άλλη παραμένει κλειστή, είτε 2 δύοδες βαλβίδες προοδευτικής λειτουργίας.

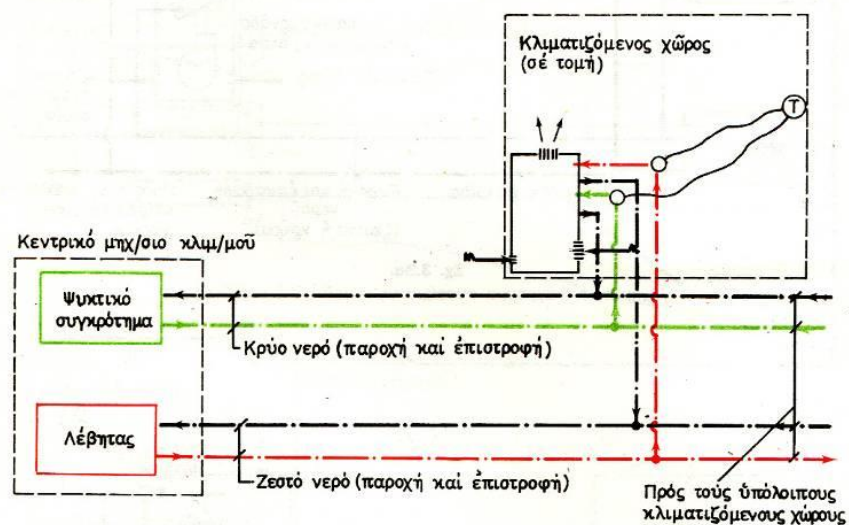


Εικόνα 80 : Τριόδο σύστημα

Στο σύστημα 4 σωλήνων υπάρχουν:

- Ένας σωλήνας προσαγωγής ψυχρού νερού
- Ένας σωλήνας προσαγωγής θερμού νερού
- Ένας σωλήνας επιστροφής ψυχρού νερού και
- Ένας σωλήνας επιστροφής θερμού νερού

Στο σώμα παρέχεται μόνο ψυχρό ή μόνο θερμό νερό, από μία τριόδη βαλβίδα στην είσοδο ή από 2 δύοδες βαλβίδες προοδευτικής λειτουργίας. Στην έξοδο του στοιχείου συνήθως τοποθετείται μία τριόδη δύο θέσεων, που οδηγεί το νερό στον αντίστοιχο κλάδο επιστροφής.



Εικόνα 81 : Τετράοδο σύστημα

Το βασικό σύστημα 2 σωληνώσεων μπορεί να συνδεθεί είτε με λεβητοστάσιο ή με αντλία θερμότητας και να αποδώσει θέρμανση το χειμώνα ή κλιματισμό το καλοκαίρι, όχι όμως και τα δύο ταυτόχρονα. Στο σύστημα 3 σωληνώσεων μπορούμε να συνδέσουμε και τα δύο συστήματα αλλά να έχουμε ενεργό μόνο το ένα από τα δύο (εκτός αν το επιτρέπει η πηγή), λόγω των προδευτικών βαλβίδων λειτουργίας. Έτσι, μπορούμε να έχουμε μόνο με μία τερματική μονάδα, το fan coil, θέρμανση και ψύξη. Στο σύστημα 4 σωληνώσεων μπορούμε να έχουμε συνδεδεμένα και τα δύο συστήματα. Όμως, επειδή εδώ έχουμε ξεχωριστούς σωλήνες επιστροφής, έχουμε τη δυνατότητα να λειτουργούμε και τα δύο συστήματα ταυτόχρονα. Για παράδειγμα, υπάρχει η δυνατότητα ένας χώρος να θερμαίνεται με το ζεστό νερό από το λεβητοστάσιο και ένας άλλος χώρος να ψύχεται.

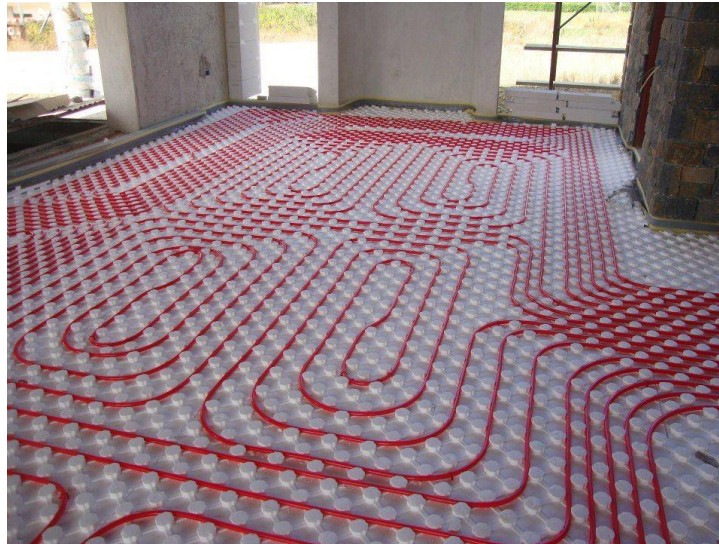
Πίνακας 9 : Σύνοψη συστήματος σωληνώσεων fan coil

#	Δίοδα Συστήματα	Τρίοδα Συστήματα	Τετράοδα Συστήματα
Σωλήνας προσαγωγής θερμού νερού		NAI	NAI
Σωλήνας προσαγωγής ψυχρού νερού		NAI	NAI
Κοινή επιστροφή θερμού και ψυχρού νερού	Σωλήνας προσαγωγής και επιστροφής MONO θερμού ή MONO ψυχρού νερού	NAI	OXI
Σωλήνας ξεχωριστής επιστροφής θερμού νερού		OXI	NAI
Σωλήνας ξεχωριστής επιστροφής ψυχρού νερού		OXI	NAI
Δυνατότητες Σύνδεσης Fan Coils	MONO με λεβητοστάσιο ή MONO ψυχροστάσιο	Με λεβητοστάσιο ή/και με ψυχροστάσιο (OXI όμως ταυτόχρονη λειτουργία)	Με λεβητοστάσιο ή/και με ψυχροστάσιο ακόμα και ταυτόχρονη

4.8.4 Ενσωματωμένα συστήματα

Τα τελευταία χρόνια έχει διευρυνθεί και στη χώρα μας η εφαρμογή «ενσωματωμένων» συστημάτων, δηλαδή συστημάτων απόδοσης θερμότητας που ενσωματώνονται σε οικοδομικά στοιχεία των χώρων (συνήθως κατά την αρχή).

Μεταξύ αυτών των συστημάτων το πιο διαδεδομένο είναι η θέρμανση δαπέδου (ενδοδαπέδια), που σε άλλες χώρες αποτελεί ήδη το βασικό σύστημα θέρμανσης. Βασικό πλεονέκτημα της θέρμανσης δαπέδου είναι η ήπια ακτινοβολία που συνεπάγεται την καλύτερη δυνατή αίσθηση ποιότητας θέρμανσης, λόγω και της πολύ καλής καθ' ύψος ομοιογένειας στις θερμοκρασίες χώρου.



Εικόνα 82 : Ενσωματωμένο σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Συμπληρωματικά η θέρμανση δαπέδου αποτελεί μια πιο οικονομική – λειτουργικά – θέρμανση, δεδομένου πως πρόκειται για ένα αδρανειακό σύστημα χαμηλών θερμοκρασιών, ενώ συγχρόνως αφήνει ελεύθερους χώρους και δεν προκαλεί το πρόβλημα των «μαυρίλων» που συνοδεύει τα σώματα υψηλών θερμοκρασιών.

Επίσης, πλεονέκτημα της θέρμανσης δαπέδου αποτελεί και η δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών συστημάτων παραγωγής, όπως οι αντλίες θερμότητας, που με τη σειρά τους χαρακτηρίζονται από καλές αποδόσεις (σε επίπεδο κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας), χαμηλό λειτουργικό κόστος και συγχρόνως χρήση τους και για κάλυψη των απαιτήσεων δροσισμού / ψύξης. Οι ενδοδαπέδιες εγκαταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ήπιο δροσισμό με μικρές μόνο συμπληρώσεις στην εγκατάσταση (πρόνοια για αποφυγή συμπυκνώσεων στο δάπεδο κλπ.).

Αντιθέτως, αποτελεί ένα σύστημα πιο ακριβό στην εγκατάστασή του (20-40% σε σχέση με συμβατικές εγκαταστάσεις με απλά θερμαντικά σώματα) και με μικρές έως μηδενικές δυνατότητες τροποποίησης της εγκατάστασης σε περίπτωση αναδιαμόρφωσης χώρων (άρα και απαιτήσεων).

Σε ζεστά κλίματα και σε κλίματα με απότομες αλλαγές προς το θερμότερο (ξαφνική ηλιοφάνεια και άνοδος θερμοκρασίας), η θέρμανση δαπέδου χαρακτηρίζεται από ένα ακόμη μειονέκτημα που οφείλεται ακριβώς στο εγγενές βασικό της πλεονέκτημα, την αδρανειακή λειτουργία. Λόγω της υστέρησης στην απόκριση, όπως συμβαίνει με κάθε αδρανειακό σύστημα, απότομη βελτίωση του καιρού (η ηλιακή ακτινοβολία είναι βασική παράμετρος), μπορεί να επιφέρει μικροϋπερθερμάνσεις, για μικρές σχετικά χρονικές περιόδους (λίγες ώρες).

Επιπλέον, υπήρξαν στο παρελθόν και κάποιες ενστάσεις σχετικές με θέματα υγείας (λόγω της επαφής των ποδιών με θερμές επιφάνειες), όμως έχουν μάλλον εγκαταλειφθεί, ως μειωμένης αξιοπιστίας.

Παρεμφερή συστήματα αποτελούν πλέον και οι ενδοτοιχίες θερμάνσεις αλλά και οι θερμάνσεις οροφής (συνήθως με ειδικές ψευδοροφές που φέρουν ενσωματωμένο πλέγμα σωλήνων μικρής διατομής). Τα συστήματα αυτά γεννήθηκαν κυρίως για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης σε περιόδους ψύξης, δεδομένου πως η ενδοδαπέδια μπορεί να προσφέρει μόνο ήπιο δροσισμό. Πράγματι, σε κάποιο βαθμό το επιτυγχάνουν, όμως αποτελούν ακόμη ακριβιά

συστήματα και με αρκετούς περιορισμούς (όλοι οι περιβάλλοντες τους χώρους τοίχοι και οι οροφές τους καλύπτονται σε σημαντικό ποσοστό από τις εγκαταστάσεις αυτές).



Εικόνα 83 : Ενσωματωμένο σύστημα ενδοτοιχίας θέρμανσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

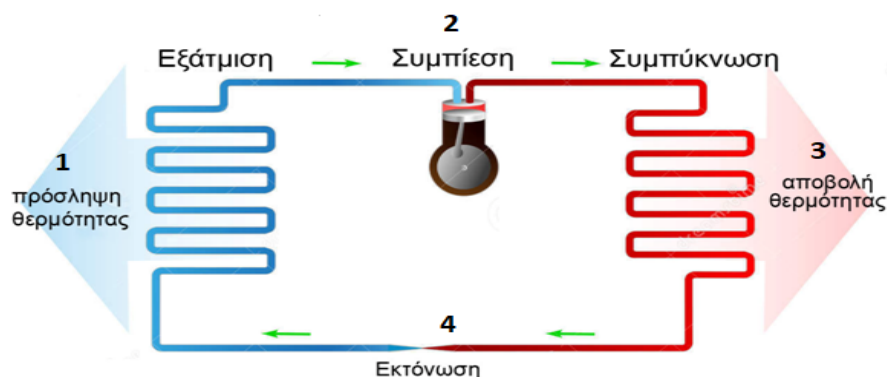
5.1 Γενικά

Οι αντλίες θερμότητας είναι μηχανήματα τα οποία εκμεταλλεύονται τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος ώστε να 'αντλήσουν' θερμότητα από μία πηγή (αέρα, νερό, έδαφος) και να την μεταφέρουν στον αποδέκτη ως θέρμανση ή ψύξη. Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ίδια που εφαρμόζεται στα ψυγεία και στα γνωστά σε όλους μας κλιματιστικά. Χρησιμοποιούνται για την θέρμανση και τον κλιματισμό κτιρίων σε συνδυασμό με τα θερμαντικά σώματα, την ενδοδαπέδια και τα fan coils. Παράλληλα μπορούν να παράγουν και ζεστό νερό χρήσης. Για τη λειτουργία τους χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια.

Το πλεονέκτημά τους έγκειται στο ότι επειδή αντλούν σχεδόν το 70-80% της ενέργειας που απαιτείται από το περιβάλλον, χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια μόνο για το υπόλοιπο 20-30%. Με αυτό τον τρόπο, δεν έχουν μεγάλη κατανάλωση. Κι αυτό γιατί, η αντλία θερμότητας δεν καταναλώνει ενέργεια για να παράγει το σύνολο της θερμότητας που χρειαζόμαστε, αλλά απορροφά ενέργεια από το περιβάλλον και με την χρήση μικρού ποσοστού ηλεκτρικής ενέργειας μας αποδίδει τελικά την απαιτούμενη ισχύ. Το ποσοστό απορρόφησης ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται κυρίως από το συντελεστή αποδόσεως της αντλίας θερμότητας γνωστός ως COP (Coefficient Of Performance). Στις περισσότερες περιπτώσεις ο COP κυμαίνεται από 3.5 έως 4. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα ξεπερνάει και το 4 ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργεί. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι για κάθε 1kW ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνουμε, παράγουμε τριπλάσια και τετραπλάσια ποσά θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας (xxix).

5.2 Τρόπος λειτουργίας

Όπως είπαμε παραπάνω, οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν όλα τα ψυκτικά μηχανήματα και η λειτουργία τους βασίζεται στις ίδιες αρχές που εφαρμόζονται στα ψυγεία, καταψύκτες, κλιματιστικά μηχανήματα κ.λπ. Η λειτουργία τους βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο, που είναι ένας αένας κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού (εργαζόμενο μέσο) σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 84 : Ψυκτικός κύκλος

Το ρευστό (ψυκτικό μέσο) που ρέει μέσα στις σωλήνες, στη θέση 1, είναι υγρό σε μεγάλη πίεση και θερμοκρασία, μετά το συμπιεστή. Στη θέση 1, αποβάλλεται η θερμότητα που απέδωσε κατά την συμπίεση ο συμπιεστής. Στη συνέχεια, το ψυκτικό μέσο εκτονώνεται (μειώνεται η πίεση του) στην εκτονωτική βαλβίδα (2), και εξατμίζεται (λόγω της πτώσης της πίεσης) στον εξατμιστή

στη θέση 3, όπου ψύχεται και προσλαμβάνει θερμότητα. Στη συνέχεια το κρύο ψυκτικό μέσο, σε αέρια ακόμη μορφή, συμπιέζεται στον συμπιεστή, υγροποιείται, θερμαίνεται, αποβάλλει θερμότητα και ούτω κάθε εξής.

Το σημαντικό είναι ότι σε κάθε κύκλο, αποβάλλεται θερμότητα (ενέργεια) στη θέση 1 και προσλαμβάνεται (ενέργεια) στη θέση 3, άρα εφόσον ο κύκλος είναι διαρκής υπάρχει μια διαρκής μεταφορά θερμότητας από το σημείο 3 στο σημείο 1 και συνεπώς με τον ψυκτικό κύκλο μπορούμε να μεταφέρουμε θερμότητα (ενέργεια) μεταξύ δυο σημείων. Η λειτουργία αυτή (η μεταφορά θερμότητας από ένα σημείο σε ένα άλλο) είναι που έδωσε το όνομα "αντλίες θερμότητας" στις συσκευές που λειτουργούν με βάση τον ψυκτικό κύκλο (xxx).

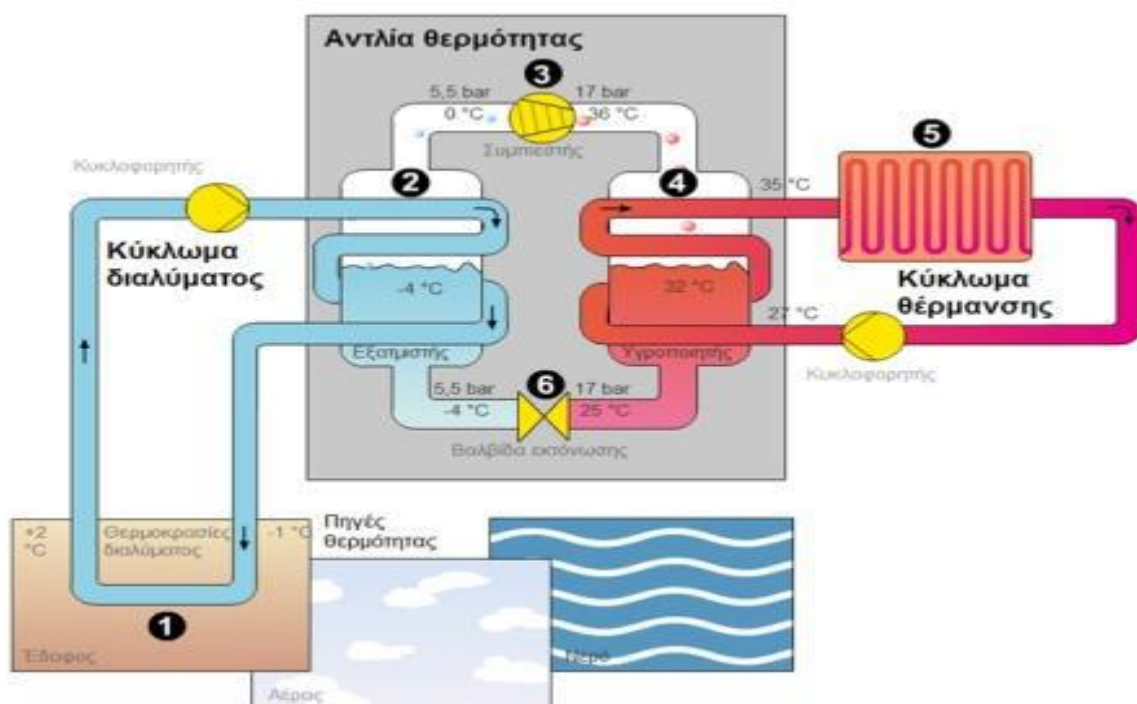
5.3 Είδη αντλιών θερμότητας

5.3.1 Ανάλογα με το Ρευστό που χρησιμοποιείται

Ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλουν (ή από το οποίο αντλούν) την ενέργεια οι αντλίες θερμότητας στα σημεία (1) και (3) του ψυκτικού κύκλου, ταξινομούνται στους 3 παρακάτω βασικούς τύπους:

Αντλία θερμότητας αέρος/ αέρος:

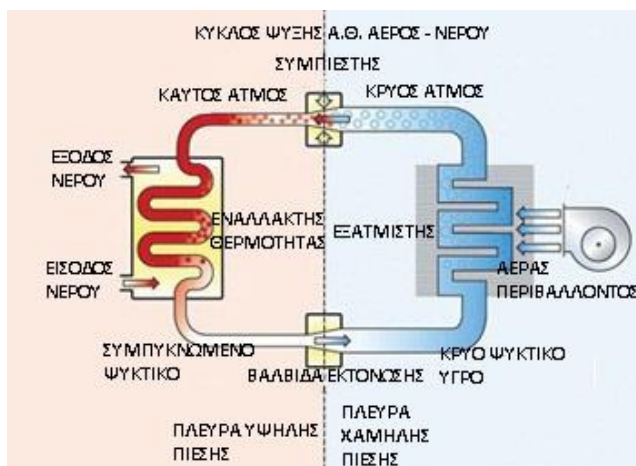
Είναι αντλίες που διαθέτουν και στο σημείο 1 και στο σημείο 3 εναλλάκτη θερμότητας αέρα / ψυκτικού. Είναι τα γνωστά σε όλους μας κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου (split type). Ειδικά στον διαιρούμενο τύπο το ένα στοιχείο (εναλλάκτης στη θέση 3) βρίσκεται μέσα στο σπίτι μας και προσλαμβάνει ενέργεια (αφαιρεί θερμότητα/ ψύχει τον χώρο), και το άλλο σημείο (1) είναι επίσης εναλλάκτης ψυκτικού μέσου/ αέρα και αποβάλλει θερμότητα έξω από το σπίτι μας.



Εικόνα 85: Κύκλος λειτουργίας αντλίας θερμότητας με πηγή λειτουργία το έδαφος, το νερό ή τον αέρα

Αντλία θερμότητας αέρος/ νερού:

Οι αντλίες αέρος - νερού εκμεταλλεύονται για την "άντληση" ενέργειας τον περιβάλλοντα αέρα. Το θερμικό μέσο απόδοσης ενέργειας αυτού του τύπου αντλίας είναι συνήθως το νερό που μπορεί κυκλοφορεί στο δίκτυο θέρμανσης (ενδοδαπέδια, σώματα ακτινοβολίας (panel, φέτες, Fan coils κ.α.), ή σε κάποιο εναλλάκτη από θερμοδοχείο με ενσωματωμένη αντλία θερμότητας (ζεστού νερού χρήσης). Είναι ιδανικές για κάθε είδους κατοικία και λειτουργούν τόσο σε υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες όσο και σε θερμοκρασίες μέχρι -20°C ^(xxxi).



Εικόνα 86 : Κύκλος ψύξης αντλίας θερμότητας αέρος – νερού

Εικόνα 87 : Α.θ. αέρος - νερού 5 kW

Αντλία θερμότητας νερού/ νερού:

Στις αντλίες θερμότητας νερού/ νερού εκμεταλευόμαστε τη θερμοκρασία του νερού είτε από τη θερμική ενέργεια των υπόγειων υδάτων με κατάλληλες γεωτρήσεις ή ακόμα και από τον ηλιακό. Η αντλία θερμότητας αυτή είναι ίδια με την παρακάτω (γεωθερμική), μόνο που το υδραυλικό κομμάτι του πρωτεύοντος κυκλώματος είναι από υλικά κατάλληλα για ανοιχτό κύκλωμα. Το θερμικό μέσο απόδοσης ενέργειας είναι το νερό ^{xxxi}. Τέτοιες αντλίες θερμότητας έχουν βαθμό απόδοσης COP 3-4, αλλά έχουν υψηλότερο κόστος αγοράς. Ενδεικτικά, το κόστος για μία μέση αντλία θερμότητας νερού/ νερού (οικιακής χρήσης) κυμαίνεται στα 5000 – 8000 ευρώ (μαζί με το κόστος της εγκατάστασης).



Εικόνα 88 : Αντλίας θερμότητας νερού/ νερού

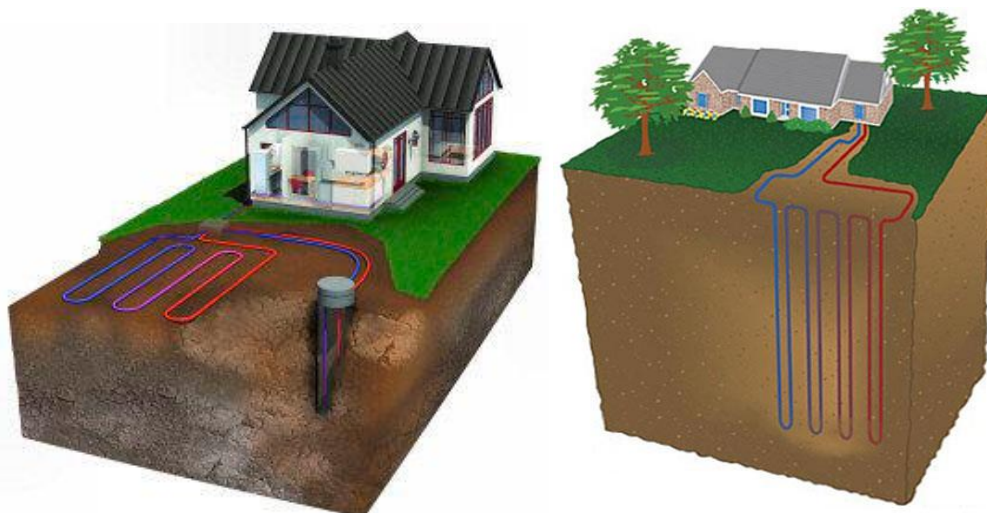
Γεωθερμική αντλία θερμότητας :

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν την αρχή της σταθερότητας της θερμοκρασίας της γης (κάτω από κάποια συγκεκριμένα μέτρα) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, για να ρυθμίσουν την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων ενός κτιρίου. Η θερμοκρασία του υπεδάφους στην Ελλάδα, σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σταθερή, από 14 – 20 °C. Έχει διαπιστωθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν τη θερμοκρασία σε μικρό σχετικά βάθος, συνήθως μέχρι τα 5 m ενώ έχουν μηδενική επίδραση κάτω των 31 m.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας απορροφούν ποσά θερμότητας από τον φλοιό της γης. Ουσιαστικά η αντλία εκμεταλλεύεται την θερμική ενέργεια από τον ήλιο και το έδαφος . Τέλος χρησιμοποιώντας αυτήν την ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μπορούμε εύκολα να εξοικονομήσουμε το 65 - 70 % των αναγκών μας για την ετήσια ενέργεια θέρμανση και παραγωγή ζεστών νερών χρήσις της κατοικίας μας. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας έχουν:

1. Μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης (COP 6-7)
2. Σταθερό βαθμό απόδοσης ανεξαρτήτως εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος
3. Μεγαλύτερη ισχύ μηχανημάτων για μεγάλες εφαρμογές

Οι γεωθερμικές εφαρμογές χωρίζονται στις κλειστού τύπου εφαρμογές και στις ανοικτού τύπου. Στις κλειστού τύπου εφαρμογές ο γεωθερμικός εναλλάκτης (οριζόντιος ή κατακόρυφος) αποτελείται από ένα κλειστό κύκλωμα νερού που είναι θαμμένο στη γη και απορροφάει ενέργεια συνεχώς. Στις ανοικτού τύπου εφαρμογές εκμεταλλευόμαστε το νερό γεωτρήσεων (που πρέπει απαραίτητα να υπάρχουν) για να απορροφάμε θερμική ενέργεια από το νερό που έχει σταθερή θερμοκρασία (αντλία θερμότητας νερού/ νερού).



Εικόνα 89 : Γεωθερμική α.θ. με οριζόντιο εναλλάκτη Εικόνα 90 : Γεωθερμική α.θ. με κάθετο εναλλάκτη

5.3.2 Ταξινόμηση ανάλογα με τη θέση των στοιχείων τους

Ανάλογα με τη θέση των διαφόρων στοιχείων τους, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Ενιαίες ή αυτόνομες (Compact) όπου όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος.
Επίσης μπορεί να λέγονται και αλλιώς μονάδες αυτόνομου τύπου (Single - Package Units). Είναι οριζόντιου ή κατακόρυφου τύπου αυτόνομες μονάδες και συνήθως τοποθετούνται σε κλειστούς χώρους και φέρουν φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες για την μεταφορά του αέρα και στην πλευρά του εξατμιστή και στην πλευρά του συμπυκνωτή.



Εικόνα 91 : Ενιαία αντλία θερμότητας

- Διαιρούμενες ή διμερούς τύπου (Split units). Ο ατμοποιητής (ή ο συμπυκνωτής) είναι ανεξάρτητος του υπολοίπου συστήματος.

Τα συστήματα κλιματισμού διαιρούμενου τύπου (split), αποτελούν μια κατηγορία αυτόνομων κλιματιστικών μηχανημάτων τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες κλιματισμού μικρών χώρων. Ονομάζονται κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου γιατί η ψυκτική μηχανή του συστήματος διαιρείται σε δύο κύρια μέρη: την εσωτερική μονάδα και το εξωτερικό μηχανήμα (Εικόνα 92).

Η εσωτερική μονάδα περιλαμβάνει κυρίως τον εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ ψυκτικού ρευστού ο οποίος λειτουργεί ως εξατμιστής (λειτουργία ψύξης) και άλλοτε ως συμπυκνωτής (λειτουργία θέρμανσης). Περιλαμβάνει επίσης τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα και το ηλεκτρικό μέρος της μονάδας, το σύστημα αυτοματισμού με τα αισθητήρια, και τα όργανα ελέγχου λειτουργίας του μηχανήματος.

Το εξωτερικό μηχανήμα περιλαμβάνει τον συμπιεστή του συστήματος, τον δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ψυκτικού ρευστού (ο οποίος λειτουργεί ως εξατμιστής ή ως συμπυκνωτής ανάλογα με τη λειτουργία θέρμανσης/ψύξης) καθώς και τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα. Επιπλέον περιλαμβάνει και την τετράοδη βαλβίδα αναστροφής της λειτουργίας του συστήματος (εφόσον το μηχανήμα είναι ψύξης/θέρμανσης), καθώς και το εκτονωτικό μέσο του ψυκτικού ρευστού αλλά και όλα τα υπόλοιπα τμήματα ηλεκτρικού μέρους και αυτοματισμού που δεν βρίσκονται στην εσωτερική μονάδα.

Τα συστήματα αυτά συναντώνται σε ένα μεγάλο πλήθος από άποψης δυναμικότητας, συνήθως από 2,2 kW (7500 BTU/ hr) έως 10 kW (34120 BTU/ hr). Είναι αυτονόητο ότι με την επιλογή των μονάδων κλιματισμού διαιρούμενου τύπου είναι αδύνατον να ελεγχθούν πλήρως όλοι οι επιδιωκόμενοι στόχοι - παράμετροι για δημιουργία συνθηκών άνεσης όπως συμβαίνει με τις εγκαταστάσεις κεντρικού κλιματισμού (5.4).

Με τα εν λόγω συστήματα είναι δυνατό να ελεγχθεί η θερμοκρασία του χώρου, μέχρι ενός βαθμού η καθαρότητα του αέρα (μέσω φίλτρων ιονισμού) ενώ σε κάποιους πρόσφατους τύπους μηχανημάτων μπορεί να ελεγχθεί μερικώς η ανανέωση του αέρα ενώ σε ειδικές περιπτώσεις και το επίπεδο της σχετικής υγρασίας^{xxxii}.



Εικόνα 92 : Τοπική μονάδα διαιρούμενου τύπου (αριστερά το εξωτερικό μηχάνημα - δεξιά η εσωτερική μονάδα)

5.3.3 Ανάλογα με το είδος του κινητήριου συστήματος

Ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Αντλίες με ηλεκτροκίνητους συμπιεστές
- Αντλίες με συμπιεστές κινούμενους από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο κ.λπ.)
- Αντλίες με συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας).

Οι ψύκτες απορρόφησης ταιριάζουν ιδανικά με τα συστήματα τριπαραγωγής. Αλλάζουν όμως, δραματικά το θερμικό και ηλεκτρικό προφίλ ενός κτιρίου, μεταφέροντας την ζήτηση ψύξης από το ηλεκτρικό φορτίο στο θερμικό. Αυτή η μεταφορά μπορεί να αποβεί εξαιρετικά συμφέρουσα για αγορές με ωριαία χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας (RTP) ή υψηλή χρέωση ηλεκτρικής ισχύος και μεγάλες ανάγκες σε ψύξη χώρων, αφού οδηγεί σε επιπεδοποίηση της ημερήσιας καμπύλης ηλεκτρικού φορτίου. Αυτό συνεπάγεται μείωση κόστους χρέωσης ισχύος και ενέργειας, αποφυγή του σημαντικού κόστους μεγαλύτερης παροχής και του συνοδευτικού αυτής εξοπλισμού και την αποκλειστική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για την εξυπηρέτηση των καθαρά ηλεκτρικών καταναλώσεων: φωτισμού, ρευματοδοτών και ηλεκτροκινητήρων.

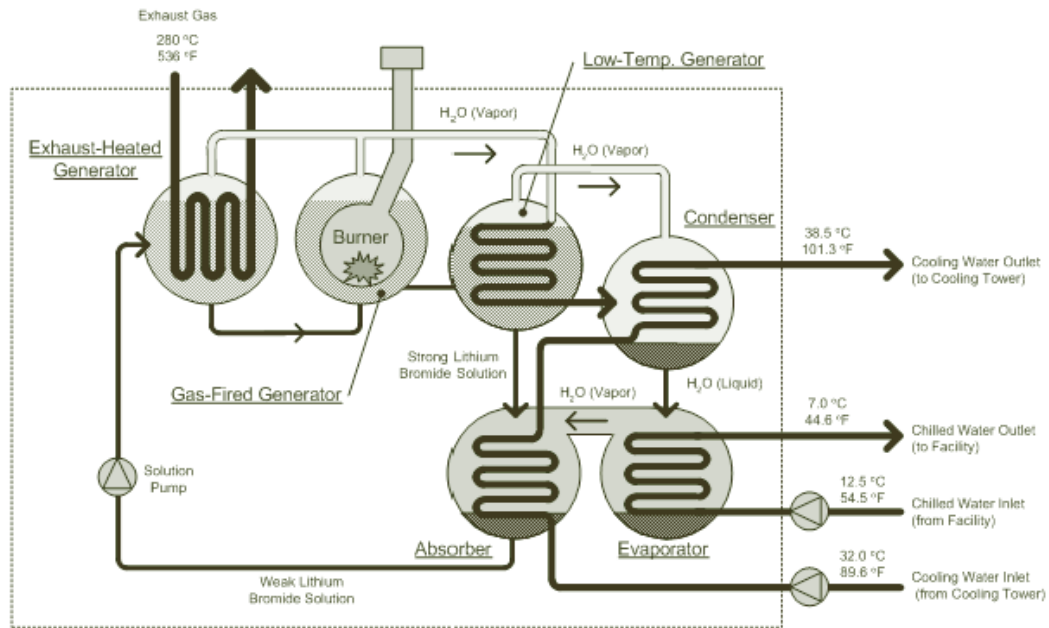
Οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν θερμότητα αντί για μηχανικό έργο για να παράγουν ψύξη. Συγκρινόμενοι με τους μηχανικούς ψύκτες, ψύκτες απορρόφησης έχουν μικρό συντελεστή επίδοσης (COP coefficient of performance). Παρόλα αυτά οι ψύκτες απορρόφησης μπορούν δραματικά να μειώσουν τα έξοδα λειτουργίας επειδή τροφοδοτούνται με χαμηλού έως μηδενικού κόστους ενέργεια, τα απαέρια από κάποια διεργασία ή μηχανή, ενώ οι μηχανικοί ψύκτες απαιτούν τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας ή μηχανικό έργο που παράγεται με αντίστοιχη κατανάλωση ορυκτού καυσίμου.

Υπάρχουν δύο τύποι ψυκτών απορρόφησης:

1. Οι ψύκτες μονής ενέργειας (Single-Effect Absorption Chillers) και
2. Οι ψύκτες διπλής ενέργειας (Double-Effect Absorption Chillers)

Σε ερευνητικό επίπεδο βρίσκονται οι ψύκτες τριπλής ενέργειας. Οι διπλής ενέργειας έχουν μεγαλύτερη απόδοση τουλάχιστον κατά 40% σε σχέση με της μονής αλλά είναι κατά 3 (τρεις) φορές ακριβότεροι από τους μονής ενεργείας. Οι μονής ενέργειας επιπλέον έχουν μικρό όγκο και καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο. Επιπλέον δεν απαιτούν νερό υψηλής θερμοκρασίας ή

συνηθέστερα ατμό που ο χειρισμός του θα προκαλούσε προβλήματα και θα απαιτούσε περισσότερο εξειδικευμένο προσωπικό. Παρακάτω, παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης^{xxxiii}.



Εικόνα 93 : Τυπικός ψύκτης απορρόφησης (άμεσου και εμμέσου καύσεως)

Πίνακας 10 : Τυπικοί βαθμοί απόδοσης ψυκτικών μονάδων

Τύπος μηχανήματος		COP (kW _{cooling} / kW)
Απευθείας εκτόνωσης	Split Unit	2.50 – 3.20
	Packaged	2.00 – 2.50
Αερόψυκτος ψύκτης νερού	Σπειροειδής/Screw	2.50 – 3.20
	Παλινδρομικός	3.00 – 4.00
Υδρόψυκτος ψύκτης νερού	Σπειροειδής/Screw	4.00 – 5.00
	Φυγοκέντρισης	5.00 – 7.00
Ψύκτες απορρόφησης	Μονής Ενέργειας	0.60 – 0.80
	Διπλής Ενέργειας	1.00 – 1.40

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης

Πλεονεκτήματά των ψυκτών απορρόφησης αποτελούν:

1. Η μη χρήση ψυκτικών μέσων που επιβαρύνουν το περιβάλλον, CFC's, HCFC's, HFC's με αποτέλεσμα:
 - Δεν υπάρχει αρνητική επίδραση στο όζον.
 - Η επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου να είναι χαμηλή.
2. Οι πολύ χαμηλές ηλεκτρικές καταναλώσεις.
3. Τα μικρότερα κόστη λειτουργίας και συντήρησης συγκριτικά με την ηλεκτροκίνητη ψύξη.
4. Τα λίγα κινούμενα μέρη που συνεπάγεται:

- Μειωμένο κόστος συντήρησης
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία
- 5. Τα μικρά επίπεδα θορύβου και δονήσεων
- 6. Η εύκολη επέκταση της ικανότητας δροσισμού ενός κτιρίου ιδίως όταν δεν μπορεί να γίνει αναβάθμιση της ηλεκτρικής εγκατάστασης (υποσταθμός MT/ XT) εύκολα.
- 7. Η μικρότερη ανασφάλεια σε καθεστώς πλήρους απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Αντίστοιχα μειονεκτήματά τους αποτελούν:

1. Ο χαμηλότερος βαθμός απόδοσης. Συγκριτικά έχουμε:
 - Μονοβάθμιος κύκλος απορρόφησης COP = 0.60.
 - Διβάθμιος κύκλος απορρόφησης COP = 1.25.
 - Ηλεκτρικός υδρόψυκτος ψύκτης COP = 5.
2. Η υψηλή απορριπτόμενη θερμότητα (heat rejection), υψηλότερες απαιτήσεις σε μέγεθος πύργου ψύξης (υψηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση και σπατάλη νερού).
3. Το μεγαλύτερο μέγεθος μηχανής (φυσικές διαστάσεις).
4. Το υψηλότερο κόστος επένδυσης ανά ψυκτικό kW σε σχέση με τους συμβατικούς ηλεκτρικούς ψύκτες.
5. Η μικρότερη ευελιξία σε διακυμάνσεις του ψυκτικού φορτίου.
6. Ο μεγάλος χρόνος εκκίνησης (θερμική αδράνεια)
7. Το μειωμένο εύρος εφαρμογών.
8. Η απαίτηση ύπαρξης εγκατάστασης ψυχρού νερού.

Συνοψίζοντας, σημαντικότερα μειονεκτήματά τους είναι ο μικρός βαθμός απόδοσης σε σχέση με τους ηλεκτροκίνητους, η υψηλή απορριπτόμενη θερμότητα που οδηγεί σε μεγαλύτερα μεγέθη για πύργο ψύξης, μεγαλύτερη παρασιτική ηλεκτρική κατανάλωση και σπατάλη νερού, το μεγαλύτερο μέγεθος μηχανής, το υψηλότερο κόστος επένδυσης ανά ψυκτικό τόνο σε σχέση με όλους τους άλλους τύπους ψυκτών και ο μεγάλος χρόνος εκκίνησης (θερμική αδράνεια).

5 . 4 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (Κ.Κ.Μ.)

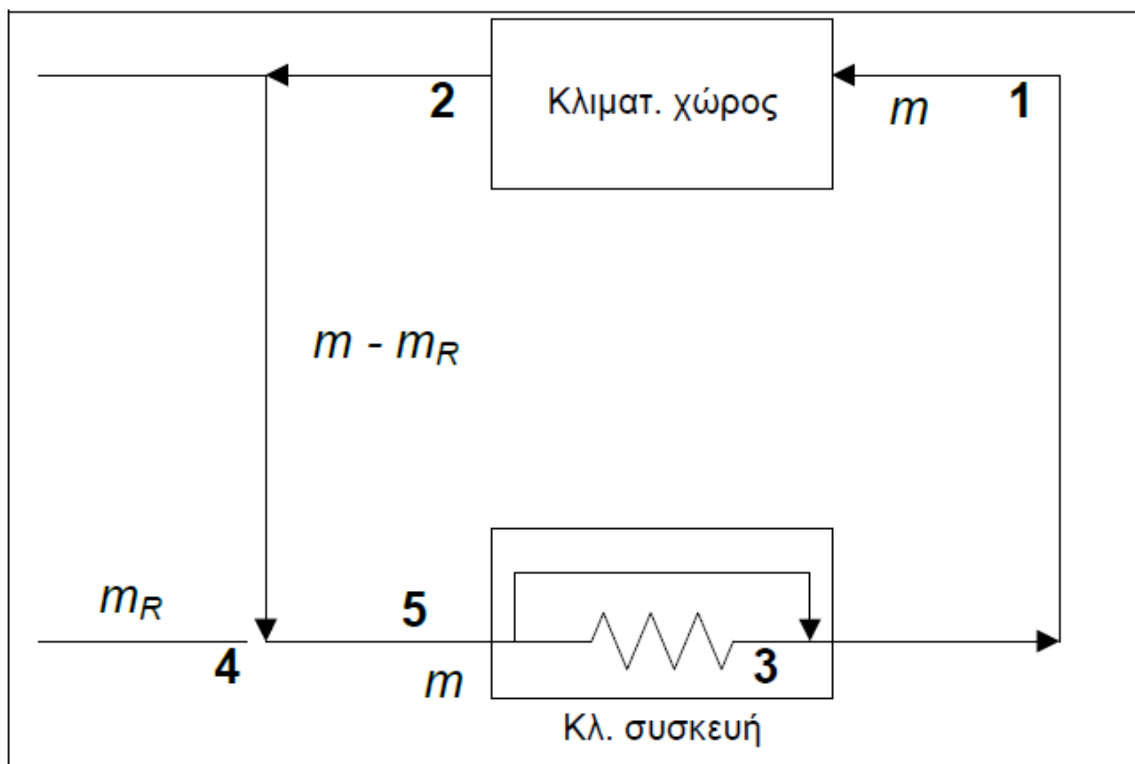
Σε περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με θέρμανση ή ψύξη ενός μεγάλου σε όγκο κτήριο συναντάμε κυρίως τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες. Σκοπός τους είναι να ψύξουν το εργαζόμενο μέσο (νερό ή αέρα) επαρκώς, ώστε αυτόν να είναι ικανό, δεδομένων των απωλειών κατά τη διαδρομή του προς τους κλιματιζόμενους χώρους, να καλύψει τα υπολογισθέντα ψυκτικά φορτία. Το εργαζόμενο μέσο μπορεί να είναι είτε νερό είτε αέρας, η δε επιλογή γίνεται δεδομένων των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων κάθε συστήματος.

Όσον αφορά τα συστήματα με μέσο διάδοσης το νερό, απαιτούνται τερματικές συσκευές για τη μεταφορά της θερμότητας. Ενώ τα συστήματα με μέσο διάδοσης τον αέρα, απλώς διοχετεύουν τον ψυχρό αέρα στους χώρους, χωρίς να υπάρχει ανάγκη για τερματική μονάδα.

Λόγω της πολύ χαμηλής θερμοχωρητικότητάς του, ο αέρας είναι «ευάλωτος» σε απώλειες θερμότητας, σε αντίθεση με το νερό. Από την άλλη, τα συστήματα νερού «εισάγουν» στο σύστημα άλλη μια διάταξη εναλλαγής θερμότητας, όπου προφανώς υπεισέρχονται απώλειες απόδοσης.

Οι αεραγωγοί μεταφοράς του αέρα είναι ιδιαίτερα ογκώδεις, δημιουργώντας προβλήματα αρχιτεκτονικής αλλά και πρακτικής φύσης. Αντίθετα, οι αγωγοί μεταφοράς του ψυχρού νερού καταλαμβάνουν πολύ λιγότερο χώρο και (στην περίπτωση του δισωλήνιου συστήματος) δεν απαιτούν πρόσθετη εγκατάσταση (μιας και είναι το ίδιο δίκτυο που μεταφέρει ζεστό νερό θέρμανσης το χειμώνα και ψυχρό νερό κλιματισμού το καλοκαίρι)^{xxxiv}.

Τα συστήματα αέρα μπορούν εύκολα να καλύψουν τις ανάγκες του κάθε χρήστη σε αισθητό και λανθάνον φορτίο, σε αντίθεση με τα συστήματα νερού, όπου μόνο αισθητό φορτίο μεταφέρεται, η δε ρύθμιση της υγρασίας αποτελεί ξεχωριστή διαδικασία. Ένα τυπικό σύστημα κλιματισμού απεικονίζεται στο παρακάτω μονογραμμικό διάγραμμα.



Εικόνα 94 : Μονογραμμικό σχέδιο ψυκτικής εγκατάστασης με αέρα

Το σκαρίφημα αυτό εμπεριέχει τις βασικές έννοιες της ανανέωσης του αέρα (μιας και πρακτικά είναι ανεπιθύμητο να ανακυκλοφορεί ο ίδιος αέρας) και της παράκαμψης της κλιματιστικής συσκευής (Κ/Σ) (ώστε να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του αέρα). Τα κύρια σημεία του κύκλου είναι:

1. έξοδος Κ/Σ – είσοδος Κ/Χ
2. έξοδος Κ/Χ – απόρριψη στο περιβάλλον
3. έξοδος ψυκτικού στοιχείου Κ/Σ

5.5 Συστήματα VRV – VRF

Τα συστήματα κλιματισμού VRV - VRF είναι συστήματα κλιματισμού μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου freon για θέρμανση και ψύξη χώρων. VRV (Variable Refrigerant Volume) και VRF (Variable Refrigerant Flow) είναι ονομασίες που αναφέρονται στην ίδια τεχνολογία ανάλογα με τον κατασκευαστή του κλιματιστικού συστήματος. Το σύστημα κλιματισμού VRV περιλαμβάνει

μία ή περισσότερες εξωτερικές μονάδες – αντλίες θερμότητας οι οποίες μπορούν να συνδεθούν με πολλαπλές εσωτερικές μονάδες μέσω ενός κεντρικού δικτύου πολλαπλών σωληνώσεων. Στο σύστημα κυκλοφορεί ψυκτικό υπό μορφή αερίου και υγρού το οποίο χρησιμοποιείται ως μέσο μεταφοράς θερμότητας βάσει του μικτού κύκλου του μοντέλου αντλίας θερμότητας.

Τα συστήματα αυτά έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- υψηλή απόδοση σε σχέση με τα συμβατικά κλιματιστικά.
- εύκολη εγκατάσταση.
- εξυπηρετούν μεγάλες αποστάσεις.
- μπορούν να εξυπηρετήσουν πολύ αποδοτικά, μεταβλητά φορτία



Εικόνα 95 : Εγκατεστημένο σύστημα VRV σε κτήριο

Τα συστήματα VRV - VRF έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης πολλών εσωτερικών μονάδων σε μία εξωτερική μονάδα, γραμμικό έλεγχο απόδοσης μέσω συμπιεστών INVERTER (5.6) 10 - 100% και δυνατότητα ανάπτυξης του κεντρικού δικτύου σωληνώσεων freon μέχρι και 100 μέτρα ανά εσωτερική μονάδα, με μέγιστη υψομετρική διαφορά εξωτερικής-εσωτερικής μονάδας 50 μέτρα.

Υπολογίζεται ότι για λειτουργία του συστήματος στο 50% του φορτίου, επιτυγχάνεται με το σύστημα VRV - VRF εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 40 % περίπου έναντι ενός συμβατικού συστήματος.



Εικόνα 96 : Αντλίες θερμότητας (40.000 Btu/h έκαστη), μέρος συστήματος VRV

5.6 Τεχνικές ελέγχου κλιματιστικών μονάδων

Ο inverter (επίσης μετατροπέας ή αντιστροφέας) είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, που μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη. Ο inverter είναι δυνατόν να υπάρχει ως αυτόνομη ηλεκτρονική συσκευή, ή ως βαθμίδα άλλης ηλεκτρονικής συσκευής.

Τα κλιματιστικά μηχανήματα ανήκουν στις πλέον ενεργοβόρες οικιακές συσκευές, και ως συνέπεια το βασικότερο ζητούμενο είναι η οικονομική λειτουργία, αλλά και η αθόρυβη παράλληλα λειτουργία. Στις απαιτήσεις αυτές ανταποκρίνεται η τεχνολογία inverter η οποία είναι ενσωματωμένη στην εξωτερική μονάδα.

Σε ένα συμβατικό κλιματιστικό εάν ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία π.χ. στους 25 βαθμούς θα αρχίσει να λειτουργεί με σταθερό αριθμό στροφών και όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο θα κλείσει αυτόματα. Μόλις η θερμοκρασία ανέβει το κλιματιστικό θα επανέλθει σε λειτουργία και θα συνεχίσει τον ίδιο κύκλο. Αυτό έχει ως συνέπεια υψηλή ενεργειακή κατανάλωση λόγω των συνεχών μεταβολών της θερμοκρασίας, ενώ και ο θόρυβος είναι γενικά αυξημένος.

Αντίθετα ένα κλιματιστικό με τεχνολογία Inverter έχει την δυνατότητα λειτουργίας με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών, ανάλογα με την συχνότητα που δέχεται ο κινητήρας του, μεταβάλλοντας έτσι τη ροή του ψυκτικού μέσου freon.

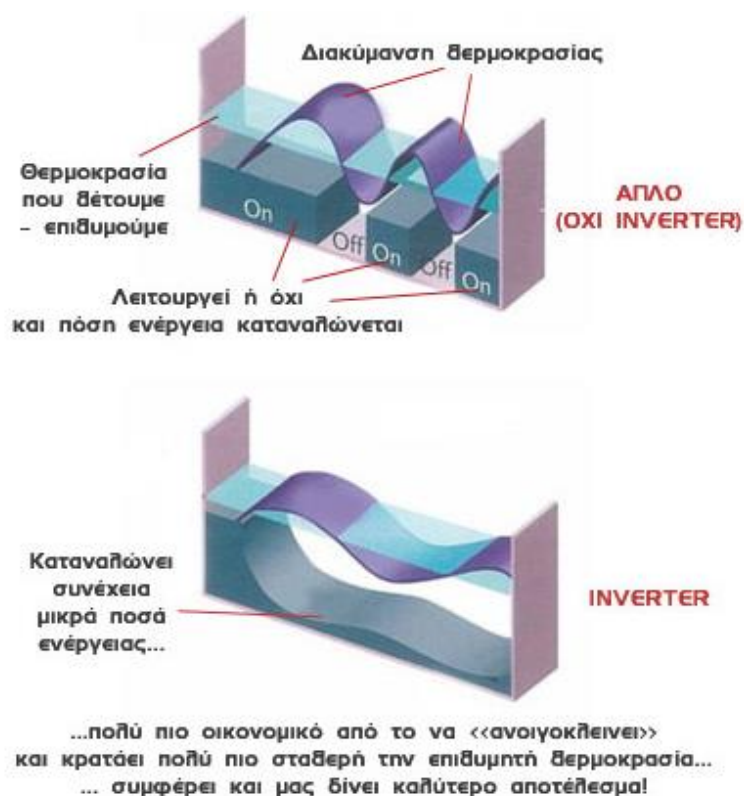
Το αισθητήριο που είναι ενσωματωμένο στην εσωτερική μονάδα του συστήματος ανιχνεύει τη θερμοκρασία του δωματίου και τη διαβιβάζει στο σύστημα ελέγχου – αυτοματισμού της μονάδας που δίνει οδηγίες στο σύστημα Inverter με την επιλογή κατάλληλης συχνότητας. Η όλη διαδικασία αυτή γίνεται συνήθως με PI ελεγκτές ή ακόμα και με PID.

Το σύστημα Inverter επιλέγει την κατάλληλη συχνότητα λειτουργίας του συμπιεστή του κλιματιστικού μηχανήματος σύμφωνα με τη θερμοκρασία του χώρου, δηλαδή μεταβάλλει την ψυκτική/ θερμική απόδοση του κλιματιστικού μηχανήματος ανάλογα με τα φορτία του χώρου. Η

μονάδα λειτουργεί σε υψηλές συχνότητες (πολλές στροφές συμπιεστή) όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας χώρου και επιθυμητής, και σε χαμηλές συχνότητες (λίγες στροφές συμπιεστή) όταν αυτή η διαφορά θερμοκρασίας είναι μικρή. Το Inverter επιλέγει την κατάλληλη συχνότητα με βάση την παραπάνω διαφορά θερμοκρασίας και εκτελεί την ανάλογη αλλαγή στροφών στο συμπιεστή που έχει σαν αποτέλεσμα την μεταβολή της ροής του ψυκτικού μέσου freon.

Όταν η επιθυμητή θερμοκρασία επιτευχθεί, το Inverter ελαττώνει σταδιακά την ισχύ του. Μια χαμηλής ισχύος λειτουργία του κλιματιστικού στα 30 Hz, διατηρεί άνετη θερμοκρασία, αντίθετα με τις συμβατικές μονάδες που ξοδεύουν πρόσθετη ισχύ με τη επαναλαμβανόμενη ON-OFF λειτουργία τους στα 50 Hz.

Μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στη τεχνολογία Inverter και ενός συμβατικού κλιματιστικού είναι επίσης η ισχύς κατά την εκκίνηση. Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε τη διαφορά στη λειτουργία ανάμεσα σε ένα συμβατικό κλιματιστικό και σε ένα κλιματιστικό με τεχνολογία inverter^{xxxiv}.



Εικόνα 97 : Διαγράμματα λειτουργίας ενός απλού (non-inverter) και ενός με inverter κλιματιστικού

5.7 Εγκατάσταση και κόστος

Οι αντλίες θερμότητας εμφανίστηκαν ως η οικονομικότερη επιλογή για τη θέρμανση ενός σπιτιού με βάση πρόσφατη έρευνα που διενεργήθηκε από τον λειτουργό υπηρεσίας Ενέργειας & Περιβάλλοντος της ΟΕΒ Παναγιώτη Καστανιά^{xxxv}.

Για να δούμε όμως στην πράξη τι εξοικονόμηση μπορούμε να έχουμε εάν χρησιμοποιήσουμε μία αντλία θερμότητας αέρα – νερού για τη θέρμανσή μας, αξίζει να κάνουμε μία σύγκριση με το πετρέλαιο, για ένα σπίτι πχ. 100 τ.μ. με ετήσιες ανάγκες θέρμανσης 7.000 kWh.

Για να πάρει το συγκεκριμένο σπίτι τις 7.000 kWh θερμικής ενέργειας, απαιτούνται περίπου 945 λίτρα πετρελαίου, τα οποία θεωρώντας μία μέση φετινή (2018-2019) τιμή στα 1,146 ευρώ, έχουν κόστος περίπου 1085 ευρώ.

Στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας τώρα, εάν θεωρήσουμε συντελεστή απόδοσης ίσο με 3, οι 7.000 kWh θερμικής ενέργειας απαιτούν την κατανάλωση 2.333 περίπου kWh ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες θεωρώντας μέσο κόστος 0,18 ευρώ/kWh (πρόκειται για μία ενδεικτική τιμή για το ρεύμα καθώς αυτή επηρεάζεται από παράγοντες όπως πχ αν χρησιμοποιούμε νυχτερινό τιμολόγιο κάποιες ώρες ή από το σε ποια κλίμακα κατανάλωσης ανήκουμε), έχουν συνολικό κόστος 490 ευρώ.

Το κόστος για μία μέση αντλία θερμότητας μαζί με την εγκατάσταση κυμαίνεται από 5.000 ευρώ έως 8.000 ευρώ, δηλαδή πρόκειται για ένα σύστημα αρκετά ακριβότερο τόσο από τους παραδοσιακά συστήματα πετρελαίου, φυσικού αερίου όσο και από τα νέα σχετικά συστήματα όπως αυτά που καίνε pellet. Ωστόσο, βάσει του παραπάνω παραδείγματος μπορεί κανείς εύκολα να συμπεράνει ότι η απόσβεση του αρχικού κόστους γίνεται αρκετά γρήγορα. Ειδικά εάν πρόκειται για νέα κατοικία, οι άνθρωποι του χώρου εκτιμούν ότι η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας είναι η πλέον συμφέρουσα λύση. Επίσης, αν γίνει αγορά μιας αντλίας θερμότητας η οποία είναι σχετικά μεγάλης ισχύος συνήθως υπάρχει δωρεάν τοποθέτηση από το σημείο αγοράς^{xxxvi}.

Παρακάτω έχουμε δύο ενδεικτικούς πίνακες με διάφορες αντλίες θερμότητας (αέρος - νερού) για οικιακή χρήση. Στους πίνακες βλέπουμε τις διαφορές σε κατανάλωση, απόδοση και τιμή ανάλογα και με τον τύπο της αντλίας θερμότητας που έχουμε.

Πίνακας 11 : Πίνακας σύγκρισης τιμών μονοφασικών Αντλιών Θερμότητας^{xxxvii}

Όνομα Αντλίας Θερμότητας	Μέση Κατανάλωση (kW)	COP	EER	Θέση Στοιχείων	Τιμή (€)
Midea MGC-V5W/D2N1 Monoblock Full DC INVERTER	1,35	4,20	4,33	Compact	2044
LG HM051M.U42	2	4,40	3,60	Compact	3470
Hitachi Yutaki RASM-4VNE	1,4	5,00	4,50	Compact	4379
Mitsubishi zubadan PUAZ-SHW80VHA / ERSC-VM2C	8,7	4,65	4,11	Split	5789
Hitachi YUTAKI-S COMBI RWD-6.0NWE-200S /RAS-6WHVNPE	4	4,57	3,81	Split	8260

Πίνακας 12 : Πίνακας σύγκρισης τιμών τριφασικών Αντλιών Θερμότητας

Όνομα Αντλίας Θερμότητας	Μέση Κατανάλωση (kW)	COP	EER	Θέση Στοιχείων	Τιμή (€)
Gree HLR 10WZ-Na-M Scroll	2	2,7	2,79	Split	2824
Gree HLR 22S Na-M Scroll	2,4	2,90	3,33	Split	4644
Mitsubishi PUHZ-SHW140YHA	6,5	2,58	4,26	Split	6999
Toshiba Estia 15.77Kw HWS1404H8-E / HWS-1404XWHM3-E	2,8	3,45	2,70	Split	8100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. **ΌΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Κατά τη διάρκεια μιας ενεργειακής επιθεώρησης ο μηχανικός θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με μία σειρά φορητών οργάνων για να μπορεί να αξιολογεί την κατάσταση λειτουργίας μιας υφιστάμενης εγκατάστασης. Ο εξοπλισμός των οργάνων αυτών είναι απαραίτητος ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια επιθεώρησης εγκαταστάσεων λεβήτων (ΕΛΟΤ ΕΝ 15378: 2006) και εγκαταστάσεων κλιματισμού (ΕΛΟΤ ΕΝ 15240: 2007). Στην ιδανική περίπτωση ελέγχου μίας νέας κατασκευής όπου έχει τηρηθεί διαδικασία Λειτουργικής Παραλαβής Συστημάτων (Λ.Π.Σ), οι ανωτέρω μετρήσεις θα πρέπει να βρίσκονται στο φάκελο Λ.Π.Σ υπογεγραμμένα από το Σύμβουλο Λ.Π.Σ, τον ανάδοχο και τον επιβλέποντα μηχανικό.

6.1 Συστήματα μέτρησης απόστασης

Τα όργανα μετρήσεων μπορεί να διακριθούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που παρέχουν το αποτέλεσμα της μέτρησης. Αναλογικά ονομάζονται τα όργανα εκείνα που φέρουν δείκτη πάνω σε μια βαθμονομημένη κλίμακα παρέχοντας έτσι συνεχείς τιμές του μετρούμενου μεγέθους. Η δεύτερη κατηγορία μετρητικών οργάνων είναι τα ψηφιακά που παρέχουν το αποτέλεσμα υπό ψηφιακή μορφή με βηματικές ή ασυνεχείς τιμές του μετρούμενου μεγέθους.

Το πρώτο όργανο που πρέπει να έχει κάθε ενεργειακός επιθεωρητής στην κατοχή του, πριν πάει να επιθεωρήσει ένα σύστημα θέρμανσης/ ψύξης είναι ένας μετρητής απόστασης. Για να μετρήσει ο επιθεωρητής διαστάσεις του λέβητα αρκεί να έχει ένα απλό αναλογικό μετρητικό όργανο τύπου μεταλλικής μετροταινίας («μέτρο»).



Εικόνα 98 : Απλή μεταλλική μετροταινία 10 μέτρων

Σε περίπτωση που ο επιθεωρητής έχει να μετρήσει μεγαλύτερες αποστάσεις, όπως το μήκος και πλάτος ενός θερμαινόμενου χώρου, πρέπει να έχει στη διάθεση του ένα όργανο για να τις μετρήσει. Η πιο απλή λύση είναι να έχει στη διάθεση του μία μετροταινία που να έχει ένα αξιόλογο μήκος ικανό να μετρήσει τις αποστάσεις.



Εικόνα 99 : Μετροταινία 20 μέτρων

Κατά την πραγματοποίηση μιας μέτρησης στο αποτέλεσμα υπεισέρχεται ο όρος σφάλμα που είναι η διαφορά της μετρούμενης τιμής ενός μεγέθους από την πραγματική του τιμή. Σε μια μέτρηση τα σφάλματα μπορεί να είναι σταθερά (fixed errors) τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα,

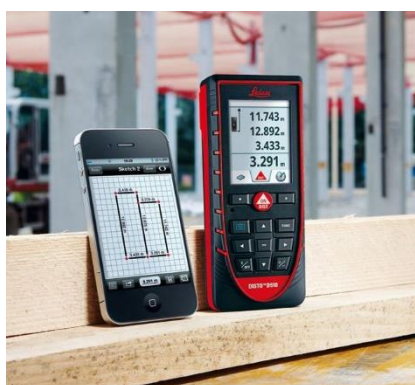
επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου μεγέθους κάτω από τις ίδιες συνθήκες να απέχουν όλες σταθερά από την αληθινή τιμή κατά το ίδιο ποσοστό. Ένα σύνηθες σταθερό σφάλμα είναι εκείνο που οφείλεται στην ακρίβεια του οργάνου. Τα τυχαία σφάλματα οφείλουν την ύπαρξή τους σε τυχαίους παράγοντες που εμφανίζονται σε μια μέτρηση και τα οποία ποικίλλουν από μέτρηση σε μέτρηση. Ένα τυχαίο σφάλμα που υπεισέρχεται σε μια μέτρηση μπορεί να οφείλεται στην ανεπαρκή ανάγνωση της ένδειξης ενός αναλογικού οργάνου^{xxxviii}.

Καθήκον ενεργειακού επιθεωρητή είναι να ελαχιστοποιεί τα σφάλματα μέτρησης/εκτίμησης των παραμέτρων αφού η κύρια πηγή σφαλμάτων προέρχεται συνήθως από κακή εκτίμηση ή μέτρηση. Για να μηδενίσει το σφάλμα, ο επιθεωρητής πρέπει να έχει στη διάθεση του ένα ψηφιακό όργανο μέτρησης απόστασης, όπως τον μετρητή απόστασης με λέιζερ (Εικόνα 100). Επίσης, με ένα τέτοιο όργανο, μετρήσεις του μήκους των σωληνώσεων ενός δικτύου διανομής γίνονται πολύ εύκολες στην πράξη, σε σχέση με ένα συμβατικό όργανο όπως η μετροταινία.



Εικόνα 100 : Απλός μετρητής απόστασης λέιζερ

Οι πιο απλοί μετρητές απόστασης λέιζερ μετράνε αποστάσεις με μεγάλη ευκολία τις αποστάσεις ενός κτηρίου. Ενώ, οι πιο εξειδικευμένοι μπορούν μετρώντας όπως όπως αποστάσεις του χώρου ταυτόχρονα, να εμφανίσουν ένα σχέδιο του κτηρίου σε μία εξωτερική πηγή (όπως ένα κινητό).



Εικόνα 101 : Μετρητής απόστασης/εμβαδού λέιζερ

6.1.1 Παχύμετρο

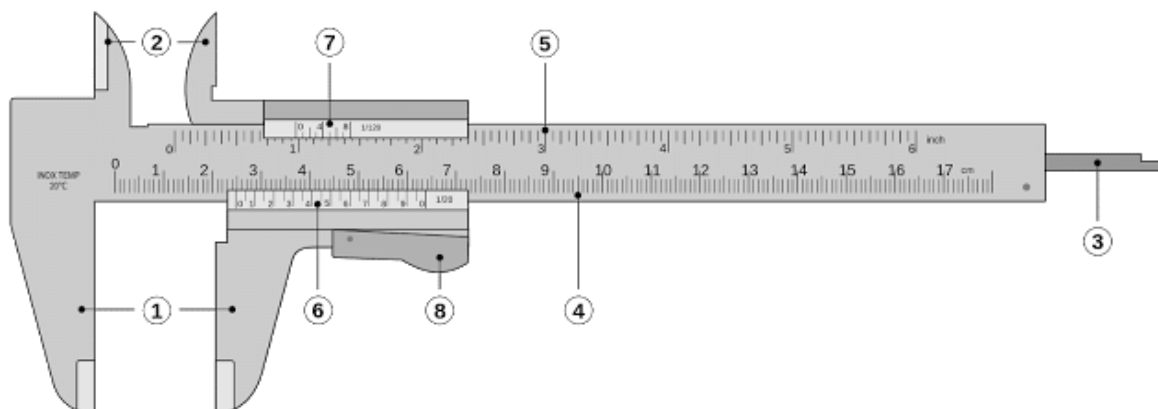
Το παχύμετρο, είναι ένα απαραίτητο εξάρτημα που θα πρέπει να έχει ο ενεργειακός επιθεωρητής μαζί του, σε περίπτωση μέτρησης πάχους σωλήνα διανομής ή/ και πάχους μόνωσης. Υπάρχουν αρκετά διαφορετικά παχύμετρα, το καθένα από τα οποία έρχεται να καλύψει ανάλογες ανάγκες.

Το πιο κλασικό παχύμετρο είναι το απλό παχύμετρο Vernier (ή βερνιέρος, όπως συνηθίζεται να λέγεται στην Ελλάδα). Αυτό το παχύμετρο έχει τη δυνατότητα να μετρήσει πάχος, διάμετρο και βάθος με αρκετή ακρίβεια. Η ακρίβεια εξαρτάται από το πόσο καλό είναι το παχύμετρο. Συνήθως, βλέπουμε ακρίβεια μέχρι και 0,05 του χιλιοστού στα καλά, ενώ στα πιο οικονομικά θα δούμε μέχρι και 0,1 χιλιοστά ακρίβεια.

Το παχύμετρο vernier (Εικόνα 102), έχει (σχεδόν) πάντα 4 διαφορετικές κλίμακες. Δύο μεγάλες (4 και 5) και δύο μικρές (6 και 7). Η μία μεγάλη και μία μικρή αντιστοιχεί στο μετρικό σύστημα, ενώ η άλλη σε ίντσες. Η κάθε μεγάλη κλίμακα δίνει μια μέτρηση με ακρίβεια ενός δεκαδικού, ενώ η κάθε μικρή μπορεί να δώσει μεγαλύτερη ακρίβεια.

Εκτός από τις κλίμακες που έχει πάνω το παχύμετρο, έχει πάντα και σιαγόνες μετρήσεις. Οι σιαγόνες μέτρησης, είναι δύο. Ένα σετ για εξωτερικές (1) μετρήσεις ενώ το άλλο για εσωτερικές (2). Οι σιαγόνες για εξωτερικές μετρήσεις έχουν 3 διαφορετικά μέρη. Στο πάνω μέρος έχουν ένα μικρό άνοιγμα. Το άνοιγμα αυτό είναι για να βοηθάει όταν υπάρχουν μικρά μέρη που δεν θέλουμε να μετρήσουμε. Η μέτρηση θα πρέπει να γίνεται στο κύριο μέρος της σιαγόνας το οποίο ξεκινάει μετά το άνοιγμα. Στο κύριο μέρος της σιαγόνας, το μέταλλο στο τέλος είναι αρκετά λεπτό. Ο λόγος είναι για να μπορούμε να μετράμε σπειρώματα.

Εκτός από τις σιαγόνες, έχει και μια κρυφή λάμα στο πίσω μέρος, για μέτρηση βάθους (3). Σχεδόν πάντα θα έχει και ένα μοχλό (8) τον οποίο πιέζετε αν θέλετε να ανοίξει ελεύθερα το παχύμετρο. Σε κάποια παχύμετρα θα δείτε και μία βίδα σύσφιξης, με την οποία μπορείτε να κρατήσετε σταθερά τη μέτρηση την οποία κάνετε. Ως ενεργειακοί επιθεωρητές, τη συγκεκριμένη λειτουργία δεν θα τη χρειαστούμε.

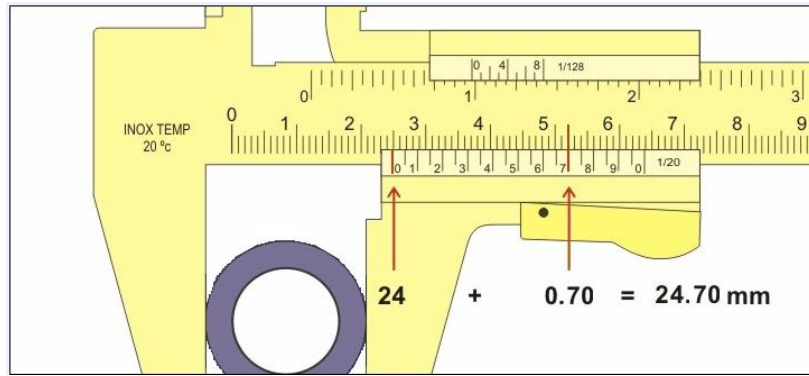


Εικόνα 102 : Παχύμετρο Vernier

Ότι και να μετράμε (πάχος, διάμετρο ή βάθος) ο τρόπος που διαβάζουμε την κλίμακα δεν αλλάζει. Για να διαβάσουμε μια μέτρηση, πρέπει πρώτα να δούμε την μεγάλη κλίμακα που συνήθως μετράει 15-20 εκατοστά με ακρίβεια ενός χιλιοστού. Εκεί θα πρέπει να κοιτάξουμε που αντιστοιχεί η πρώτη γραμμή που βρίσκεται αριστερά του 0 της κλίμακας Vernier. Αυτή θα είναι η μέτρηση μας με ακρίβεια ενός χιλιοστού. Έτσι για παράδειγμα αν η πρώτη γραμμή της μεγάλης κλίμακας, αριστερά του 0 της μικρής κλίμακας, αντιστοιχεί στην τέταρτη μικρή γραμμή μετά το 2, σημαίνει ότι η μέτρηση είναι 2.4 εκατοστά (ή 24 mm).

Αν θέλουμε περισσότερη ακρίβεια θα πρέπει να μετρήσουμε και την μικρή κλίμακα Vernier. Για να το κάνουμε αυτό θα πρέπει να βρούμε σε ποιο σημείο η μικρή κλίμακα έρχεται σε απόλυτη αντιστοιχία με την μεγάλη. Δηλαδή με απλά λόγια, την πρώτη γραμμή της μικρής κλίμακας που είναι απολύτως στην ίδια ευθεία με μια γραμμή της μεγάλης.

Αν αυτή η γραμμή είναι η γραμμή του 7 και η μικρή κλίμακα έχει ακρίβεια 0.05 χιλιοστών, σημαίνει ότι στην μέτρηση της μεγάλης κλίμακας θα πρέπει να προσθέσουμε 0.7 χιλιοστά. Οπότε αν θέλουμε να το προσθέσουμε στην μέτρηση του πιο πάνω παραδείγματος, τότε η μέτρηση με ακρίβεια 2 δεκαδικών του χιλιοστού είναι 2.47 εκατοστά.



Εικόνα 103 : Παράδειγμα μέτρησης με βερνιέρο

Φυσικά αν θέλουμε να αποφύγουμε όλη αυτή τη διαδικασία, ή αν δεν βοηθάει τόσο πολύ λόγω προβλημάτων ή όραση, έχουν κυκλοφορήσει εδώ και αρκετό καιρό και ψηφιακά παχύμετρα (Εικόνα 104) που κάνουν αυτή τη διαδικασία λίγο πιο εύκολη. Αν και λόγω ακρίβειας και ανθεκτικότητας, ο βερνιέρος εξακολουθεί να είναι πρώτη επιλογή στους περισσότερους επαγγελματίες. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως μία ενδεικτική τιμή του κλασσικού βερνιέρου κυμαίνεται από 2 έως 10 ευρώ, ενώ στη περίπτωση του ψηφιακού έχουμε τιμές από 20 έως και 500 ευρώ για τα καλύτερα μοντέλα^{xxxix}.



Εικόνα 104 : Ψηφιακό παχύμετρο

6.2 Αναλυτές καυσαερίων για πιστοποίηση λέβητα

Ο αναλυτής καυσαερίων είναι ένα μηχάνημα του οποίου το ακροφύσιο εισέρχεται σε μία ειδική οπή στην καμινάδα του λέβητα. Καθώς είναι συνδεδεμένος εκτελεί μία ανάλυση από τα καυσαέρια του λέβητα και ο επιθεωρητής βλέπει τα αποτελέσματα στην οθόνη του μηχανήματος. Για να γίνει μία σωστή επιθεώρηση, για πιστοποίηση λέβητα ο επιθεωρητής πρέπει να έχει στη διάθεση του έναν αναλυτή καυσαερίων και να εκτελέσει τα παρακάτω στάδια:

1. Να γίνει σχεδιασμός μέτρησης. Ο σχεδιασμός της μέτρησης περιλαμβάνει την συγκέντρωση όλων των σχετικών τεχνικών στοιχείων που απαιτούνται για την εκτέλεση της μέτρησης. Τα στοιχεία αυτά είναι: τύπος λέβητα (ατμολέβητας, ατμογεννήτρια, λέβητας ζεστού νερού), δυναμικότητα του λέβητα σε kW ή kcal, είδος καυσίμου (πετρέλαιο, μαζούτ, φυσικό αέριο) ώρες λειτουργίας, κατανάλωση καυσίμου ανά ώρα.

2. Επίσκεψη στο λεβητοστάσιο. Κατά την επίσκεψη στο λεβητοστάσιο γίνεται η πιστοποίηση των τεχνικών στοιχείων των λεβήτων και διερευνάται η δυνατότητα μέτρησης, δηλαδή, εύκολη

πρόσβαση στην καμινάδα, ύπαρξη οπής στο σωστό σημείο της καμινάδας για την εισαγωγή του ακροστοιχείου δειγματοληψίας του αναλυτή καυσαερίων.

3. Προετοιμασία για τη μέτρηση. Πριν από την εκτέλεση της μέτρησης θα πρέπει ο λέβητας να έχει λειτουργήσει για τόση ώρα έτσι ώστε να έχει φθάσει σε κανονική θερμοκρασία λειτουργίας.

4. Επιλογή του σωστού σημείου δειγματοληψίας. Η επιλογή του κατάλληλου σημείου δειγματοληψίας γίνεται σύμφωνα με το Ελληνικό πρότυποⁱⁱⁱ. Σύμφωνα με το πρότυπο το σημείο δειγματοληψίας θα πρέπει να βρίσκεται στο σημείο της καμινάδας με την καλύτερη ανάμειξη των καυσαερίων, επίσης θα πρέπει να αποφεύγονται περιοχές με εισαγωγή αέρα όπως οι θυρίδες, κοντά σε θυρίδες, πριν ή μετά από γωνίες της καπνοδόχου.

5. Μέτρηση απόδοσης καύσης και ανάλυσης καυσαερίων. Η μέτρηση της απόδοσης καύσης του λέβητα καθώς και της ανάλυσης των καυσαερίων γίνεται με τον αναλυτή καυσαερίων. Το ακροφύσιο δειγματοληψίας εισάγεται στην καμινάδα και το άκρο του πρέπει να βρίσκεται στο μέσο της ροής των καυσαερίων (μέσο της καπνοδόχου). Αυτό επιτυγχάνεται με τους σύγχρονους αναλυτές καυσαερίων λόγω του ότι ο πυρήνας της ροής των καυσαερίων έχει την μεγαλύτερη θερμοκρασία, έτσι μπορούμε μέσω της ένδειξης της θερμοκρασίας στην οθόνη να προσδιορίσουμε το ακριβές σημείο.

Εφ' όσον επιτευχθεί η σωστή δειγματοληψία τα καυσαέρια αναλύονται από τον αναλυτή καυσαερίων και υπολογίζεται η απόδοση καύσης του καθώς επίσης υπολογίζεται η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO (μονοξείδιο του άνθρακα), CO₂ (διοξείδιο του άνθρακα), O₂ (οξυγόνο), SO₂ (διοξείδιο του θείου), NO_x (οξειδία αζώτου), C_xH_x (διάφορα καυσαέρια). Σήμερα οι αναλυτές καυσαερίων που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της απόδοσης των λεβήτων είναι ηλεκτρονικά όργανα και πλήρως αυτοματοποιημένα, έτσι ώστε όταν επιτευχθεί σωστή δειγματοληψία, η απόδοση του λέβητα και η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO, CO₂, O₂, SO₂, NO_x, C_xH_x διαβάζεται στην οθόνη των αναλυτών καυσαερίων. Ο αναλυτής καυσαερίων έχει την δυνατότητα να δίνει στιγμιαίες μετρήσεις, όπως επίσης και την μέση τιμή των μετρήσεων για το χρονικό διάστημα που θα παραμείνει συνδεδεμένος με τον λέβητα. Το ΚΑΠΕ^{iv} έχει στην διάθεση του 3 αναλυτές καυσαερίων : 2 EUROTRON GREENLINE και 1 RBR ECOMPLUS.



Εικόνα 105 : Αναλυτής καυσαερίων MEXA 584 L Εικόνα 106 : Φορητός αναλυτής καυσαερίων Auto 4-1

ⁱⁱⁱ ΕΛΟΤ 896 «Μέθοδοι δειγματοληψίας καυσαερίων»

^{iv} Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

6. Επεξεργασία αποτελεσμάτων μέτρησης. Οι μετρήσεις απόδοσης καύσης επεξεργάζονται και υπολογίζεται η μέση απόδοση καύσης του λέβητα για το χρονικό διάστημα που έμεινε συνδεδεμένος ο αναλυτής καυσαερίων στον λέβητα.

7. Μέτρηση προσδιορισμού του δείκτη αιθάλης. Η μέτρηση του δείκτη αιθάλης των καυσαερίων του καυστήρα γίνεται με τον αναλυτή καυσαερίων. Η διαδικασία που ακολουθείται γίνεται σύμφωνα με το Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ 525.1 «Έλεγχος των καυσαερίων σε εστίες πετρελαίου - προσδιορισμός του δείκτη αιθάλης». Εφ' όσον επιτευχθεί η σωστή δειγματοληψία, ο δείκτης αιθάλης προσδιορίζεται από τον αναλυτή καυσαερίων. Οι αναλυτές καυσαερίων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δείκτη αιθάλης των καυσαερίων είναι ηλεκτρονικά όργανα και πλήρως αυτοματοποιημένα, οπότε τοποθετώντας το ειδικό χάρτινο φίλτρο στο ακροστοιχείο δειγματοληψίας του αναλυτή καυσαερίων παίρνουμε κατευθείαν την μέτρηση του δείκτη αιθάλης συγκρίνοντας το με το πρότυπο έντυπο της κλίμακας Bacharach. Οι μετρήσεις προσδιορισμού του δείκτη αιθάλης των καυσαερίων αξιολογούνται οπτικά τοποθετώντας το χάρτινο ειδικό φίλτρο κάτω από την κλίμακα συγκρίσεως του δείκτη αιθάλης έτσι ώστε η κηλίδα της αιθάλης να καλύπτει τελείως μια σπή της κλίμακας συγκρίσεως. Η πλησιέστερη προς της κηλίδα της αιθάλης σε βαθμό μαυρίσματος επιφάνεια της κλίμακας σύγκρισης, δίνει το δείκτη αιθάλης.

Πίνακας 13 : Παράδειγμα αποτελεσμάτων από καυστήρα λέβητα

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	Κύριος λέβητας	Δευτερεύων λέβητας
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΥΣΗΣ	81,6%	86,9%
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ (Περίσσεια Αέρα)	1,94	1,11
ΠΟΣΟΣΤΟ O ₂	10,1%	2,0%
ΠΟΣΟΣΤΟ CO ₂	7,9%	13,8%
ΠΟΣΟΤΗΤΑ CO	0 ppm	0 ppm
ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO	63 ppm	102 ppm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	284°C	301°C
ΠΟΣΟΤΗΤΑ SO ₂	35 ppm	55 ppm
ΚΑΠΝΟΣ (Κλίμακα Bacharach)	1	5
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΗΣ	19,4%	13,1%

6.2.1 Απόδοση Καύσης (Βαθμός Απόδοσης)

Η απόδοση καύσης εκφράζει το ποσοστό της ενέργειας του καυσίμου που αποδίδεται σαν χρήσιμη θερμική ενέργεια. Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό από το καύσιμο που καταναλώνεται στο λέβητα, το οποίο αξιοποιείται πράγματι για την παραγωγή ατμού ή την θέρμανση νερού. Ένα μέρος της ενέργειας του καυσίμου μένει ανεκμετάλλευτο λόγω :

- α) απαγωγής των θερμών καυσαερίων στο περιβάλλον,
- β) ατελούς καύσης
- γ) θέρμανσης κάποιας ποσότητας αέρα. και
- δ) απωλειών από τα τοιχώματα του λέβητα.

Η τιμή της απόδοσης καύσης επηρεάζεται από όλα τα χαρακτηριστικά της καύσης και αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό δείκτη για την πιστοποίηση της καλής λειτουργίας του καυστήρα. Κατά συνέπεια η απόδοση καύσης πρέπει να πλησιάζει την τιμή 100. Ο βαθμός απόδοσης της καύσης που εμφανίζεται στον αναλυτή καυσαερίων, μετά τη μέτρηση είναι αυτός που θα εισάγουμε στο φύλλο ελέγχου λέβητα.

6.2.2 Θερμικές Απώλειες Καύσης

Είναι το ποσοστό της Θερμικής ενέργειας του καυσίμου που δεν αξιοποιείται. Η τιμή του προκύπτει σαν $(100 - \text{Θερμική Απόδοση Καύσης})$ και θα πρέπει να πλησιάζει το 0.

6.2.3 Συντελεστής Lambda (Περίσσεια αέρα)

Είναι ο λόγος του παρεχόμενου αέρα στον καυστήρα προς τον στοιχειομετρικά απαιτούμενο για ιδανική καύση.

Στοιχειομετρική καύση έχουμε όταν όλος ο άνθρακας, το υδρογόνο και το θείο του καυσίμου καίγονται προς διοξείδιο του άνθρακος, νερό και διοξείδιο του θείου με το ελάχιστο ποσό οξυγόνου. Για τον συνηθισμένο τύπο μαζούτ η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για στοιχειομετρική καύση είναι περίπου 3,2 Kg οξυγόνου ανά Kg καυσίμου. Επειδή όμως ο αέρας περιέχει 21% κατ' όγκο (ή 23% κατά βάρος οξυγόνο), απαιτούνται θεωρητικά 13,8 Kg αέρα/ Kg καυσίμου. Όλη η ποσότητα του οξυγόνου καίγεται κατά την διάρκεια της καύσης ενώ το άζωτο απομακρύνεται προς την καμινάδα αφού προηγουμένως θερμανθεί απάγοντας έτσι σημαντικά ποσά θερμότητας προς το περιβάλλον.

Για να γίνει πλήρης καύση θα πρέπει να υπάρχει πλήρης ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα, έτσι ώστε κάθε μόριο καυσίμου να έλθει σε επαφή με κάθε μόριο οξυγόνου και να ενωθούν. Όμως τόσο τέλεια ανάμιξη καυσίμου με οξυγόνο στην πράξη είναι αδύνατη. Για το λόγο αυτό θα πρέπει στον χώρο καύσης να υπάρχει περισσότερο οξυγόνο από το θεωρητικά απαιτούμενο στοιχειομετρικό για να επιτευχθεί πλήρης καύση. Διαφορετικά η καύση θα είναι ατελής με αποτέλεσμα την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα ή και απαγωγή άκαυστου καυσίμου υπό μορφή αιθάλης.

Λέγεται ότι υπάρχει 20% περίσσεια αέρα ή ο συντελεστής Lambda είναι 1,20 όταν η ποσότητα του αέρα που παρέχεται στον λέβητα είναι κατά 20% μεγαλύτερη από αυτήν που απαιτείται θεωρητικά. Το οξυγόνο της περισσειας αέρα δεν λαμβάνει μέρος στην καύση αλλά απάγεται από τον λέβητα με τα καυσαέρια, αφού προηγουμένως θερμανθεί.



Εικόνα 107 : Σχέση παροχής αέρα προς την απόδοση του λέβητα και την θολερότητα των καυσαερίων

Το ποσοστό της περίσσειας αέρα παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του λέβητα. Όταν υπάρχει μικρή περίσσεια αέρα η καύση είναι ατελής υπάρχει απώλεια καυσίμου και ο λέβητας “καπνίζει” ενώ αντίθετα όσο μεγαλύτερη είναι η περίσσεια αέρα τόσο περισσότερος αέρας περνάει από τον θάλαμο καύσης προς την καμινάδα και τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα θερμότητας που απάγεται προς το περιβάλλον. Και στις δύο περιπτώσεις η απόδοση του λέβητα είναι μειωμένη.

Η ατελής καύση που οφείλεται σε παροχή αέρα μικρότερη από την κανονική γίνεται εύκολα αντιληπτή εξαιτίας του καπνού που εκπέμπεται. Επίσης καύση με ποσότητα αέρα μικρότερη από την κανονική, (όπου κανονική εννοούμε την ποσότητα του αέρα που απαιτείται για στοιχειομετρική καύση αυξημένη κατά το ποσό του αέρα που απαιτείται για πλήρη καύση), συνεπάγεται και άλλες λειτουργικές δυσκολίες. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος που αρκετοί λέβητες λειτουργούν με μεγάλη περίσσεια αέρα που δίνει διαυγή καυσαέρια και σταθερότερη λειτουργία. Έτσι όμως έχουμε αυξημένες απώλειες και επομένως μικρότερο βαθμό απόδοσης του λέβητα.

6.2.4 Υπολογισμός περίσσειας αέρα

Αν υποθέσουμε ότι το καύσιμο αποτελείται μόνο από άνθρακα και η καύση γίνει μόνο με καθαρό οξυγόνο (όχι αέρα) τότε τα προϊόντα της καύσης (τα καυσαέρια) θα είναι καθαρό διοξείδιο του άνθρακα. Αν η καύση γίνει με την θεωρητική ποσότητα αέρα, τότε το ποσοστό του οξυγόνου στον αέρα θα αντικατασταθεί από το διοξείδιο του άνθρακα, δηλαδή τα καυσαέρια θα περιέχουν κατ’ όγκο 21% διοξείδιο του άνθρακα και 79% άζωτο (δεδομένου ότι στην καύση ένας όγκος οξυγόνου δίνει ένα όγκο CO_2). Αν τώρα, αντί της θεωρητικής ποσότητας του αέρα, χρησιμοποιηθεί κάποια περίσσεια αέρα, τα καυσαέρια αραιώνονται με την περίσσεια αυτή του αέρα και επομένως η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO_2 θα είναι μικρότερη από 21%. Και όσο μεγαλύτερη είναι η περίσσεια αέρα, τόσο μικρότερη θα είναι η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO_2 και τόσο μεγαλύτερη σε O_2 . Αυτό που συμβαίνει με την καύση του καθαρού άνθρακα συμβαίνει και με την καύση οποιουδήποτε καυσίμου.

Για κάθε τύπο καυσίμου, που περιέχει ορισμένη αναλογία άνθρακα προς υδρογόνο, υπάρχει μια μέγιστη περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂ που αντιστοιχεί στην καύση με τον θεωρητικά απαιτούμενο αέρα μόνο, δηλαδή με μηδέν περίσσεια αέρα. Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο είναι επίσης μηδέν. Για το μαζούτ η μέγιστη τιμή CO₂ είναι :

$$CO_{2max} = 15,6\% \text{ κατ' όγκο στα ξηρά καυσαέρια}$$

Έτσι γενικότερα στην καύση οποιουδήποτε καυσίμου όσο η περίσσεια αέρα μεγαλώνει τόσο μικραίνει η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂ και τόσο μεγαλώνει η περιεκτικότητα τους σε O₂. Η περίσσεια του αέρα μπορεί να υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Περίσσεια αέρα \%} = \left[\frac{CO_2 \text{ max}}{CO_2} - 1 \right] \times 100$$

CO_{2max} = μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα κατ' όγκο των ξηρών καυσαερίων σε CO₂ (δηλαδή αυτή που αντιστοιχεί σε μηδέν περίσσεια αέρα).

CO₂ = η περιεκτικότητα των ξηρών καυσαερίων σε CO₂ στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Δηλαδή για μαζούτ (που η μέγιστη περιεκτικότητα των ξηρών καυσαερίων σε CO₂ είναι 15,6%) όταν μετρηθεί CO₂ = 12% τότε η περίσσεια αέρα είναι :

$$\left[\frac{15,6}{12} - 1 \right] \times 100 = 30, \text{ δηλαδή } 30\%$$

Γενικά κανόνας είναι η μεγιστοποίηση της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η οικονομικότερη περίσσεια αέρα και ο μέγιστος βαθμός αποδόσεως του λέβητα.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ρύθμιση της περισσειας αέρα σε ένα λέβητα είναι να αρχίσουμε με μία σχετικά μικρή περίσσεια αέρα και να την αυξάνουμε διαρκώς όσο η περιεκτικότητα του CO₂ στα καυσαέρια αυξάνεται. Αν η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO₂ αρχίσει να μικραίνει πάλι σημαίνει πως μόλις περάσαμε την βέλτιστη περίσσεια αέρα.

Για να επιτευχθεί ο καλύτερος βαθμός απόδοσης του λέβητα θα πρέπει στα καυσαέρια να μην υπάρχει καθόλου μονοξείδιο του άνθρακα, ενώ συγχρόνως η περιεκτικότητα σε οξυγόνο να είναι όσο το δυνατό μικρότερη και σε διοξείδιο του άνθρακα όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Έτσι η καύση γίνεται με την μικρότερη δυνατή περίσσεια αέρα.

6.2.5 Μονοξείδιο του Άνθρακα

Είναι η ποσότητα CO που περιέχεται στα καυσαέρια σαν προϊόν ατελούς καύσης. Η τιμή της δίνεται σε μέρη όγκου ανά εκατομμύριο (Parts Per Million), σε κανονικές συνθήκες (Θερμοκρασία 0°C και πίεση 1 Atm) και πρέπει να είναι ελάχιστη. Όταν τα καυσαέρια περιέχουν:

- CO ή καπνό, χωρίς οξυγόνο σημαίνει ότι γίνεται ατελής καύση λόγω μικρής παροχής αέρα στον θάλαμο καύσης.
- CO ή καπνό, και συγχρόνως οξυγόνο μπορεί να οφείλεται σε δύο αιτίες:
 1. Κανονική παροχή αέρα στον θάλαμο καύσης αλλά κακή ανάμιξη αέρα-καυσίμου.
 2. Μικρή παροχή αέρα στον θάλαμο καύσης, ενώ συγχρόνως εισροή δευτερογενή αέρα από διαρροές λόγω της υποπίεσης στον θάλαμο καύσης.

6.2.6 Ποσότητα Οξειδίων Αζώτου

Είναι η ποσότητα NO που περιέχεται στα καυσαέρια εκφρασμένη σε ppm, σε κανονικές συνθήκες. Η τιμή του εξαρτάται από την περίσσεια αέρα και την θερμοκρασία καυσαερίων. Πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη.

6.2.7 Θερμοκρασία καυσαερίων

Οι απώλειες θερμότητας από τα καυσαέρια είναι οι μεγαλύτερες και οι σημαντικότερες από τις συνολικές απώλειες ολόκληρου του συστήματος. Οι απώλειες από τα καυσαέρια είναι όμως, τις περισσότερες φορές, αυτές που ευκολότερα μπορούν να ελεγχθούν και να περιοριστούν με απλή ρύθμιση της αναλογίας αέρα/ καυσίμου που χρησιμοποιείται στο λέβητα.

Η θερμοκρασία απαγωγής των καυσαερίων πρέπει να είναι πάνω από μία τέτοια θερμοκρασία έτσι ώστε να αποφεύγονται οι συμπυκνώσεις των καυσαερίων που οδηγούν σε διαβρώσεις και επίσης όχι πολύ υψηλή για να μην αυξάνονται οι θερμικές απώλειες των καυσαερίων.

Διαβρώσεις δημιουργούνται από την συμπύκνωση της υγρασίας η οποία με το τριοξείδιο του Θείου (SO₃) που περιέχεται στα καυσαέρια δημιουργεί θειικό οξύ (H₂SO₄). Το τριοξείδιο του Θείου (SO₃) παράγεται από την καύση του θείου προς διοξείδιο του θείου (SO₂), το οποίο με την περίσσεια αέρα οξειδώνεται προς τριοξείδιο (SO₃). Για παράδειγμα αν θεωρήσουμε μια περιεκτικότητα του μαζούτ σε θείο 4% (που είναι σήμερα για την Ελλάδα η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα θείου στο μαζούτ 3500) η θερμοκρασία καυσαερίων στην οποία αρχίζει συμπύκνωση (σημείο δρόσου) είναι 163°C. Παράλληλα η ελάχιστη θερμοκρασία που επιτρέπεται να έχουν οι μεταλλικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα καυσαέρια είναι 120°C.

Η υπερβολικά υψηλή θερμοκρασία καυσαερίων οφείλεται κυρίως σε κακές συνθήκες λειτουργίας του λέβητα οι οποίες οφείλονται κυρίως:

- Στην πολύ μικρή ή μεγάλη περίσσεια αέρα καύσης.
- Στις αποθέσεις πάνω στους αυλούς είτε από την πλευρά του νερού είτε από την πλευρά της καύσης.
- Στην λειτουργία του λέβητα σε μεγαλύτερο από το κανονικό φορτίο.
- Στην κακή ρύθμιση του καυστήρα ή χρησιμοποίηση ακατάλληλου καυστήρα για τον υπάρχοντα τύπο λέβητα και καυσίμου.

6.2.8 Ποσότητα Διοξειδίου του Θείου

Είναι η ποσότητα SO₂ που περιέχεται στα καυσαέρια, εκφρασμένη σε ppm. Η τιμή του εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα θείου στο καύσιμο και θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

6.2.9 Αιθάλη (Καπνός)

Εκφράζει την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε άκαυστο καύσιμο και μετράτε σε μονάδες της κλίμακας Bacharach. Η τιμή του θα πρέπει να πλησιάζει το 0 της κλίμακας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύει ότι και στην περίπτωση που το CO είναι αυξημένο.

6.3 Αναλυτές συστημάτων ψύξης και αντλιών θερμότητας

6.3.1 Μανόμετρο

Το μανόμετρο το χρησιμοποιεί ο ενεργειακός επιθεωρητής για τη μέτρηση της διαφορικής πίεσης του ψυκτικού υγρού, της αντλίας θερμότητας που επιθεωρεί. Επίσης, εκτός από τον επιθεωρητή χρησιμοποιείται από τους ψυκτικούς, επειδή με αυτό μπορούν να κάνουν τα εξής:

- 1) Έλεγχο της μονάδας για χαμηλή ή υψηλή πίεση κυκλώματος
- 2) Πλήρωση της μονάδας με ψυκτικό υγρό (στην περίπτωση που έχει λιγότερο)
- 3) Δημιουργία κενού στο συμπιεστή, για μονάδες που έχουν καιρό να εκκινηθούν

Κάθε μετρητικό όργανο θα έχει τη δική του «εσωτερική» ακρίβεια. Το πιο απλό και το πιο ακριβές όργανο για μέτρηση διαφορικής πίεσης είναι το απλό αναλογικό μανόμετρο (Εικόνα 108), με υγρό το οποίο προσομοιάζει μια στήλη ρευστού με την απαιτούμενη ειδική βαρύτητα για την μέτρηση που γίνεται. Αν είναι καθαρό και δεν υπάρχουν φυσαλίδες στο υγρό τότε μπορεί να υπάρχει 100% ακρίβεια της μέτρησης. Υπό κανονικές εξωτερικές συνθήκες, δεν απαιτείται βαθμονόμηση αφού είναι γνωστή η ειδική βαρύτητα του υγρού και οι θερμικές μεταβολές και δεν προκαλείται κάποιο πρόβλημα. Τα απλά μανόμετρα συνήθως κυμαίνονται μεταξύ των 50 έως των 300 ευρώ για τα πιο απαιτητικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται από ψυκτικούς^{x1}.



Εικόνα 108 : Σετ με μανόμετρο και σωλήνες για μέτρηση διαφορικής πίεσης air condition

Νέας τεχνολογίας ηλεκτρονικά όργανα (ηλεκτρονικό μανόμετρο) είναι πιο εύκολο να χρησιμοποιηθούν, αλλά είναι απαραίτητο αυτά να βαθμονομούνται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο σε σχέση με έναν αναγνωρισμένο κανονισμό. Επίσης θα πρέπει, τα ηλεκτρονικά μανόμετρα (Εικόνα 109), να ελέγχονται συχνά ανάμεσα στις ετήσιες βαθμονομήσεις με ένα απλό μανόμετρο με υγρό για να είναι βέβαιο ότι οι μεταφορές και η χρήση τους δεν έχουν επηρεάσει την βαθμονόμηση τους.

Όταν αυτού του τύπου όργανα χρησιμοποιούνται, θα πρέπει να ελέγχονται για το σωστό μηδενισμό τους πριν τη μέτρηση, εκτός από τα όργανα αυτόματου μηδενισμού. Ακόμα όταν μετράμε χαμηλή διαφορική πίεση, προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην ένδειξη αν είναι έγκυρη.

Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρονικό μανόμετρο για να μετρήσουμε χαμηλές πιέσεις 4 ή 5 Pa, όταν η ανάλυση του οργάνου είναι 1 Pa, αυτόματως αυτό οδηγεί σε ένα πιθανό σφάλμα τουλάχιστον 20 %. Αν όμως η ένδειξη είναι 50 Pa τότε το εσωτερικό σφάλμα μειώνεται στο 1/ 50 ή 2 %.



Εικόνα 109 : Ηλεκτρονικό μανόμετρο μαζί με τα παρελκόμενα

Αν ψηφιακά όργανα χρησιμοποιούνται, επαρκής χρόνος θα πρέπει να δίνεται σε κάθε ένδειξη για να μπορέσει να υπολογίσει το μέσο όρο. Όσο περισσότερο «παίζει» η ένδειξη τόσο περισσότερο χρόνο χρειάζεται για να υπολογίσει το μέσο όρο.

Συσκευές μέτρησης διαφορικής πίεσης συνήθως έχουν μια καλή εσωτερική ακρίβεια και συχνά είναι καλύτερη από 1 % της ένδειξης. Ο τρόπος, και το σημείο, που μετράται η διαφορική πίεση θα είναι ο βασικός παράγοντας στη συνολική ακρίβεια της ένδειξης.

Ο κύριος τύπος οργάνου που χρησιμοποιείται σήμερα είναι συνήθως, το ηλεκτρονικό μικρομανόμετρο. Τα μικρομανόμετρα έχουν κλίμακες βαθμονομημένα σε ταχύτητα αέρα και δίνουν απευθείας την ένδειξη ταχύτητας αέρα. Τα ηλεκτρονικά μικρομανόμετρα μπορούμε να τα βρούμε από 150 ευρώ έως και 750 ευρώ για τα πιο απαιτητικά μοντέλα^{xli} (μανόμετρα κενού).

6.3.1.1 Ανοχές στα μετρητικά όργανα διαφορικής πίεσης

Κάθε φορά που ένα όργανο μέτρησης διαφορικής πίεσης χρησιμοποιείται, ο μελετητής του συστήματος πρέπει να αναφέρει ποιές μετρητικές ανοχές είναι αποδεκτές. Σε αυτές τις ανοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εσωτερική ακρίβεια των μετρητικών οργάνων καθώς και τη διαφορά που μετράται και τη σταθερότητα της στήλης υγρού. Δεν είναι λογικό να περιμένουμε από ένα μηχανικό να είναι σε θέση να διαβάσει το ακριβές σημείο του επιπέδου του υγρού πάνω στην κλίμακα να είναι καλύτερο από +5 mm. Αυτό είναι λόγω της κανονικής διακύμανσης που θα προκύψει ως η ταχύτητα ροής του συστήματος κυμαίνεται φυσικά.

Ένας δεύτερος λόγος για την τροποποίηση της ανάγνωσης μπορεί να είναι ήσσονος σημασίας κίνησης των κατασκευαστικών στοιχείων της βαλβίδας, καθώς και μικρά σωματίδια σκόνης ή συντριμμιών σφηνωμένα σε σώματα βαλβίδων.

6.3.2 Όργανα μέτρησης με υπερήχους

Είναι φορητά όργανα που αποτελούνται από το πομπό και δέκτη υπερήχων και την κεντρική μονάδα μέτρησης της παροχής που μετρά με ένα σφάλμα της τάξης του +/- 2% της τιμής μετρήσεως. Η τοποθέτηση επάνω στο σωλήνα γίνεται με προσωρινά στηρίγματα ή μόνιμης τοποθέτησης (Εικόνα 110). Η κεντρική μονάδα συνδέεται επίσης με αισθητήριο θερμοκρασίας εξ' επαφής στην είσοδο και έξοδο του εναλλάκτη και έχει τη δυνατότητα να μετρά εκτός από την ταχύτητα του υγρού και την τελική τιμή σε θερμική ή ψυκτική ικανότητα (kcal/h ή kW ή btu/h).



Εικόνα 110 : Όργανο μέτρησης με υπερήχους

6.3.2.1 Θερμιδομετρητές

Αποτελούν την εφαρμογή των μετρητών παροχής υγρών με υπερήχους (Εικόνα 111) όπου με τη βοήθεια αισθητήριων επαφής μας μετρούν τη θερμική κατανάλωση σε kW ή kcal/h.



Εικόνα 111 : Φορητός ηλεκτρονικός θερμοδομετρητής

6.3.3 Αερόμετρα (Παροχόμετρα αέρα)

Για τη μέτρηση της παροχής του αέρα σε κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) είναι απαραίτητο να προκαθορίζονται τα μετρητικά σημεία, ώστε να έχουμε ένα ισοζύγιο του αέρα κατά την επεξεργασία του μέσα στην ΚΚΜ. Έτσι είναι απαραίτητο να μετρηθούν με τη βοήθεια φορητών οργάνων τα πιο κάτω:

- α) Λήψη νωπού αέρα.
- β) Προσαγωγή του αέρα.
- γ) Επιστροφή του αέρα.
- δ) Απόρριψη του αέρα.
- ε) Προσαγωγή του αέρα ανά κλάδο

Χρησιμοποιείται με βάση τον κανονισμό (ΕΛΟΤ EN 15251: 2006) που καθορίζει τα όρια μέτρησης και τις κατηγορίες ταξινόμησης του κτιρίου. Περισσότερες λεπτομέρειες καθώς και το σχετικό πίνακα Β.3 αναφέρονται στον παραπάνω κανονισμό.



Εικόνα 112 : Φορητά παροχόμετρα αέρα

6.3.3.1 Ανεμόμετρα περιστρεφόμενου πτερυγίου

Τα ανεμόμετρα αυτού του τύπου (Εικόνα 113) χρησιμεύουν ώστε να μετράμε παροχές σε στόμια προσαγωγής ή απαγωγής. Η περιοχή μετρήσεων κυμαίνεται από 0,25 – 30 m/s με μία ακρίβεια καλύτερη από 2% της ένδειξης. Τα όργανα αυτά έχουν ηλεκτρονική μνήμη ώστε να μετρούν σε πολλαπλά σημεία την ταχύτητα του αέρα επί ένα χρονικό διάστημα που ορίζεται (έως 12 min) και κατόπιν υπολογίζουν τη μέση ταχύτητα απ' ευθείας.



Εικόνα 113 : Ηλεκτρονικό φορητό όργανο περιστρεφόμενου πτερυγίου

6.3.4 Όργανο μέτρησης ποιότητας αέρα (CO₂)

Ηλεκτρονικό φορητό όργανο για τη μέτρηση της περιεκτικότητας CO₂ (ppm) του αέρα σε εσωτερικούς χώρους (Εικόνα 114). Η περιοχή μέτρησης του οργάνου είναι από 0 – 5000 ppm. Η ακρίβεια +/- 3% της ένδειξης και η ανάλυση 1 ppm. Χρησιμοποιείται με βάση τον κανονισμό (ΕΛΟΤ EN 15251: 2006) που καθορίζει τα όρια μέτρησης και τις κατηγορίες ταξινόμησης του κτιρίου. Περισσότερες λεπτομέρειες καθώς και το σχετικό πίνακα Β.4, αναφέρονται στον αναγραφόμενο κανονισμό.



Εικόνα 114 : Φορητό ηλεκτρονικό όργανο μέτρησης ποιότητας αέρα

6.4 Μετρητές – Αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας

Η μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών γίνεται με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 116). Εφ' όσον επιτευχθεί η σωστή συνδεσμολογία στον ηλεκτρικό πίνακα (δίνει οδηγίες ο κατασκευαστής του οργάνου) οι μετρήσεις διαβάζονται στην οθόνη του οργάνου. Το συγκεκριμένο όργανο το χρησιμοποιούμε συνήθως σε μεγάλης ισχύος τριφασικές αντλίες θερμότητας ή ψύκτες.

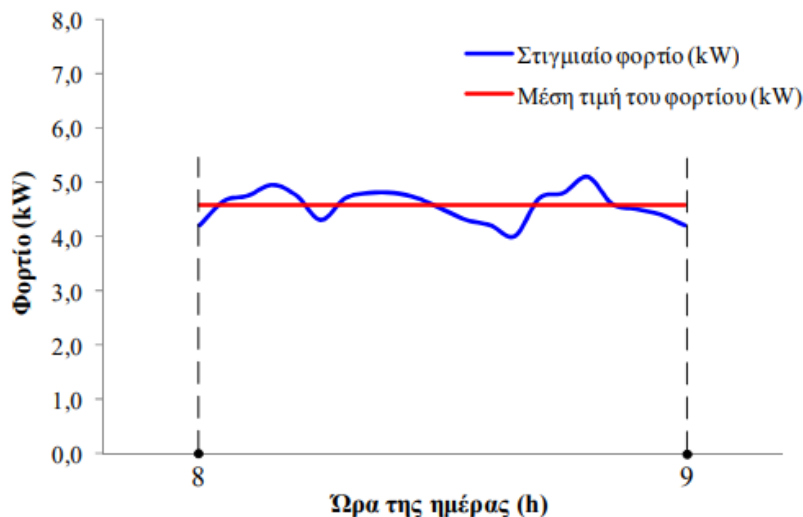
Οι μετρήσεις περιλαμβάνουν: Στιγμιαίες και προγραμματισμένης διάρκειας μετρήσεις ανά φάση και στο σύνολο:

- τάσης,
- έντασης,
- ισχύος φαινόμενης άεργου και ενεργού,
- συνφ (cosφ)
- και ενέργειας.

Οι μετρήσεις είναι στιγμιαίες και ανανεώνονται π.χ κάθε 20 δευτερόλεπτα.

Οι αποθηκευμένες στη μνήμη (memory rack) μετρήσεις αναλύονται και επεξεργάζονται με το λογισμικό. Από τα αποτελέσματα αυτά δημιουργούνται γραφήματα στα οποία απεικονίζεται η απορρόφηση ισχύος κατά την χρονική περίοδο της μέτρησης καθώς και η διακύμανση του συνφ. Επίσης αναγράφεται και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh του μετρούμενου μηχανήματος για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο καθώς και η άεργος ισχύς ανά φάση και στο σύνολο των τριών φάσεων. Το σημαντικότερο δεδομένο που χρησιμοποιεί ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι λεπτομερή καταγραφή της ενεργής ισχύος για κάθε συνιστώσα του συστήματος που επιθεωρεί. Αν για παράδειγμα, κάνει μία επιθεώρηση ενός υδρόψυκτου ψύκτη, τον ενδιαφέρει το αποτέλεσμα της ισχύος του συμπυκνωτή, των ανεμιστήρων του πύργου ψύξης και της αντλίας κυκλοφορίας σε βάθος χρόνο, έτσι ώστε να εντοπίσει τυχόν υπερκαταναλώσεις ή αστοχίες του συστήματος ελέγχου. Κάνοντας λοιπόν αυτόν τον εντοπισμό, μπορεί να προτείνει ποια συνιστώσα του συστήματος χρειάζεται επισκευή ή αλλαγή και να γίνει το σύστημα περισσότερο αποδοτικό.

Ενδιαφέροντα και σημαντικά συμπεράσματα προκύπτουν από την καμπύλη φορτίου (Εικόνα 115). Γι' αυτό, κατασκευάζονται τα διαγράμματα της ενεργού ισχύος και του συντελεστή ισχύος (συνφ). Έτσι, μπορεί να εντοπίσει πολύ πιο εύκολα ένα τυχόν πρόβλημα που προκαλεί αυξημένη κατανάλωση στο σύστημα θέρμανσης/ ψύξης.



Εικόνα 115 : Τυπική καμπύλη φορτίου

Ένα φαινόμενο που πρέπει να εξετασθεί μέσω του ηλεκτρικού αναλυτή ενέργειας είναι οι αρμονικές. Τέτοιου είδους κυματομορφές έντασης είναι συνηθισμένες για συσκευές εξοπλισμού γραφείων που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα. Οι αρμονικές συνδέονται άμεσα με το συντελεστή ισχύος. Η ύπαρξη αρμονικών οδηγεί σε μείωση του πραγματικού συντελεστή ισχύος, καθώς αυξάνεται η ενεργός τάση και κυρίως η ενεργός ένταση. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως ένδειξη της αύξησης των απωλειών στο δίκτυο. Για τη μείωση των αρμονικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν φίλτρα (συνδυασμός πυκνωτών και πηνίων), τα οποία παγιδεύουν τις αρμονικές και δεν τους επιτρέπουν να διεισδύσουν στο δίκτυο.

Επομένως ένας αναλυτής ενέργειας (εως περίπου 1000€) μπορεί να είναι ένα χρήσιμο όργανο τόσο για την ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού αλλά και για πολλές και διαφορετικές χρήσεις ενεργειακής επιθεώρησης.



Εικόνα 116 : Φορητοί ηλεκτρονικοί αναλυτές ηλεκτρικών μεγεθών

6.5 Θερμοκάμερες

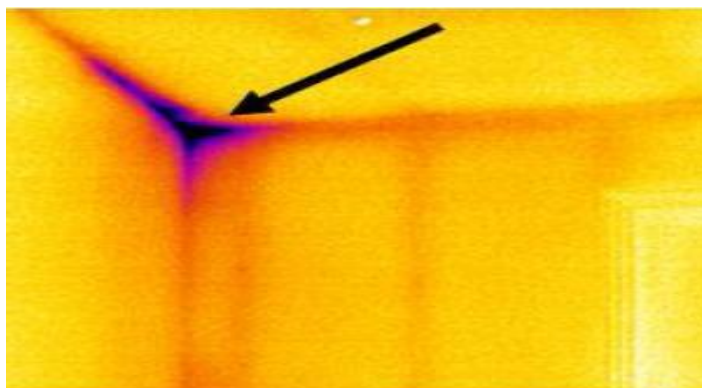
Οι εφαρμογές της θερμικής απεικόνισης είναι κυρίως ο έλεγχος των θερμικών απωλειών στα κτίρια, ο εντοπισμός υδραυλικών προβλημάτων, καθώς επίσης και στις ηλεκτρομηχανολογικές εφαρμογές.

Η θερμική κάμερα είναι μία κάμερα κινούμενης εικόνας/ βίντεο, η οποία απεικονίζει με χρώματα τη θερμοκρασία των αντικειμένων (Εικόνα 118). Αυτό σημαίνει ότι δεν βλέπουμε τα αντικείμενα με τα φυσικά τους χρώματα αλλά με τα τεχνητά τα οποία αντιπροσωπεύουν και μία θερμοκρασία, όπου το ψυχρό απεικονίζεται με μπλε και όσο περνάμε στα θερμότερα τα χρώματα γίνονται πιο κοκκινωπά, κίτρινα έως το άσπρο που απεικονίζει το θερμότερο αντικείμενο.



Εικόνα 117 : Φορητή θερμοκάμερα

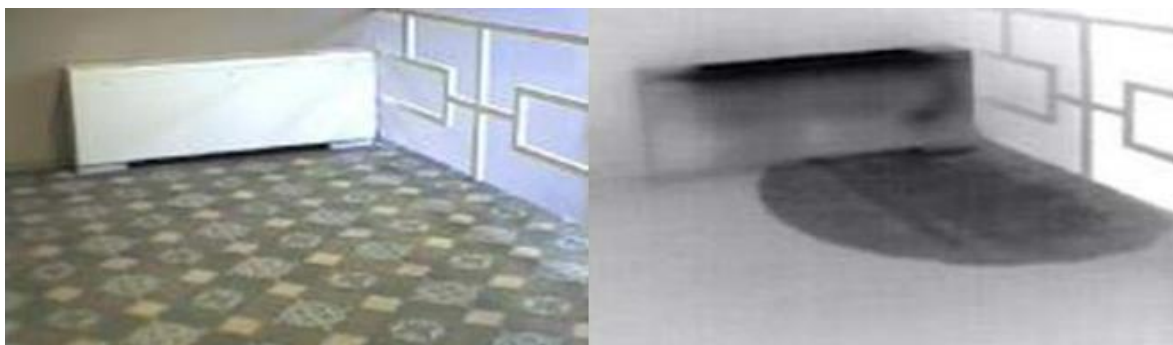
Η κάμερα «βλέπει σε βάθος» διότι το θαμμένο αντικείμενο έχει μία θερμοκρασία διαφορετική από το υλικό που το σκεπάζει και η διαφορά αυτή φτάνει στην επιφάνεια π.χ. ένας σωλήνας με νερό έχει διαφορετική θερμοκρασία από το πάτωμα. Η θερμοκρασία του αυτή θερμαίνει ή ψυχραίνει τη θερμοκρασία του πατώματος και την αλλάζει τοπικά. Επειδή η κάμερα έχει μεγάλη ευαισθησία εντοπίζει αυτή τη διαφορά θερμοκρασίας και μας δείχνει με ακρίβεια που βρίσκεται, απεικονίζοντας την επιφάνεια πάνω από αυτόν με διαφορετικό χρώμα.



Εικόνα 118 : Ένδειξη υγρασίας

Την θερμική κάμερα μπορούμε ακόμη να τη χρησιμοποιήσουμε για τον εντοπισμό του σημείου φραγής των σωλήνων, η κάμερα μας απεικονίζει με διαφορετικό χρώμα το σημείο φραγής όπου παγιδεύεται ο αέρας μέσα στις σωλήνες νερού. Ιδιαίτερη εφαρμογή έχει στους σωλήνες αποχέτευσης.

Μια ακόμα πολύ σημαντική εφαρμογή της θερμοκάμερας είναι στα ψυκτικά συγκροτήματα και στο δίκτυο των σωληνώσεων τους. Με την θερμοκάμερα μπορούμε να εντοπίσουμε σημεία, στα οποία η μόνωση έχει φθαρεί, χωρίς εμφανείς ζημιές. Είναι σημαντικό να κάνουμε συχνούς ελέγχους στην ποιότητα της μόνωσης των ψυκτικών κυκλωμάτων, γιατί λόγω της μεγάλης διαφοράς θερμοκρασίας του ψυκτικού μέσου με τον περιβάλλοντα αέρα, υπάρχει η απαίτηση για καλή μόνωση των σωληνώσεων για να μην έχουμε συμπύκνωση. Η συμπύκνωση οδηγεί στη διάβρωση των σωληνώσεων και στη συνέχεια καταστροφή τους. Επίσης, αν η διάβρωση συμβεί σε σημεία ένωσης των σωληνώσεων ή σε σημεία που υπάρχουν εξαρτήματα, τότε υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα να υπάρξει και διαρροή ψυκτικού μέσου (Εικόνα 119) το οποίο είναι πολύ βλαβερή επίπτωση στο περιβάλλον (για εφαρμογές με διάφορους τύπους ψυκτικού μέσου^{xxxviii}).



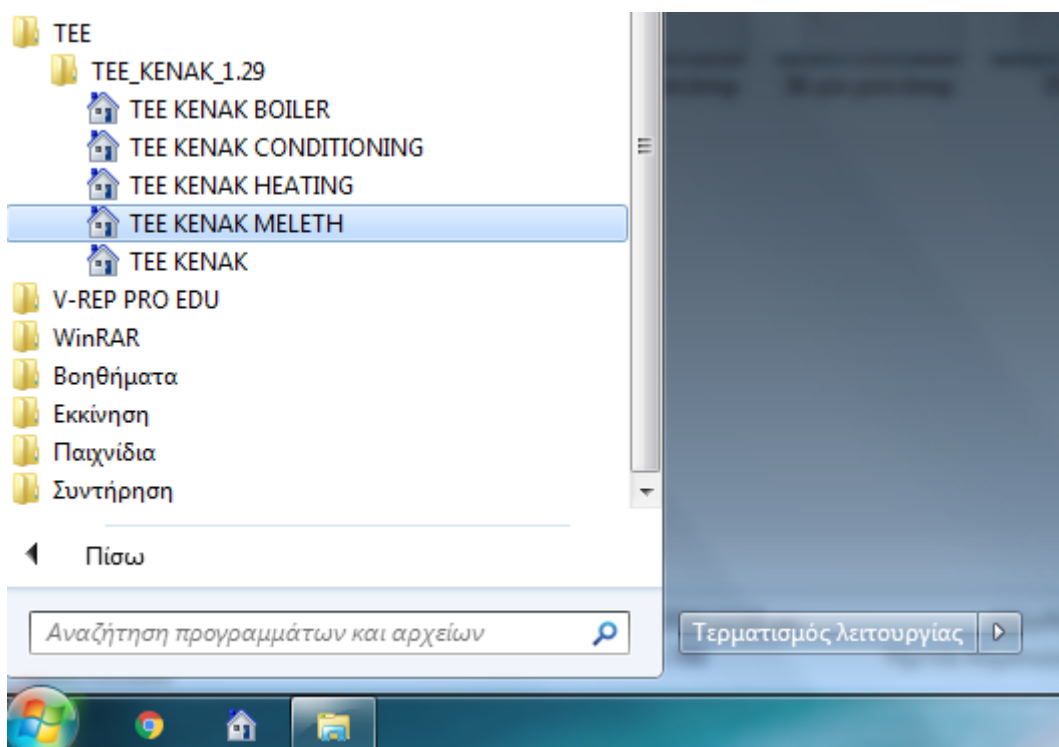
Εικόνα 119 : Εντοπισμός διαρροών συστημάτων (δεξιά με θερμοκάμερα)

Οι τιμές της θερμοκάμερας κυμαίνονται μεταξύ των 2000 έως και 5000 ευρώ για τα κανονικά μοντέλα, ενώ για τα καλύτερα η τιμή μπορεί να φτάσει έως και 13000 ευρώ^{xliii}.

7.1 Γενικά

Κάνοντας, σύμφωνα με τις οδηγίες, την εγκατάσταση του προγράμματος TEE KENAK και ενεργοποιώντας το με το κατάλληλο serial number και key (προμηθευόμενα από το TEE, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος), μπορούμε να αρχίσουμε την εισαγωγή δεδομένων, ανάλογα με το είδος εγκατάστασης που θέλουμε να μελετήσουμε. Ανοίγοντας το TEE KENAK (για εκδόσεις 1.29) από τα προγράμματα του υπολογιστή μπορούμε να δούμε ότι περιέχει 5 ειδών υποκατηγορίες οι οποίες μπορούν να μας βοηθήσουν για τις εξής επιθεωρήσεις:

- ❖ TEEKENAKBOILER: Εδώ μπορούμε να κάνουμε ενεργειακή επιθεώρηση μόνο για σύστημα λέβητα, αγνοώντας το κτίριο που βρίσκεται.
- ❖ TEEKENAKCONDITIONING: Εδώ γίνεται ενεργειακή επιθεώρηση μόνο για σύστημα εγκατάστασης κλιματισμού, αγνοώντας το κτίριο που βρίσκεται.
- ❖ TEEKENAKHEATING: Εδώ γίνεται ενεργειακή επιθεώρηση για γενικά συστήματα θέρμανσης, αγνοώντας το κτίριο που βρίσκονται.
- ❖ TEEKENAKMELETH: Εδώ μας δίνεται η δυνατότητα εκτός από την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου να κάνουμε μαζί και την επιθεώρηση για όλα τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης που περιέχει μέσα ένα κτίριο ή μέρος του κτιρίου.
- ❖ TEEKENAK: Εδώ γίνεται συγκεκριμένα ενεργειακή επιθεώρηση όσον αφορά τα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Δεν θα ασχοληθούμε με αυτό το κομμάτι.



Εικόνα 120 : TEE KENAK

7.2 Εισαγωγή γενικών στοιχείων

Αν θέλουμε να κάνουμε την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου (ή μέρους του) σε σχέση με τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης κ.α. είναι αναγκαίο να χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα TEEKENAK MELETH. Προτού αρχίσουμε να εισάγουμε τα στοιχεία για το σύστημα θέρμανσης/ ψύξης, πρώτα πρέπει να εισάγουμε τα γενικά δεδομένα του κτιρίου στο οποίο γίνεται η ενεργειακή επιθεώρηση των συστημάτων του. Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα, στην κατηγορία κτήριοκαι καρτέλα Γενικά, εισάγουμε την χρήση του κτιρίου, την επιφάνειά του σε τετραγωνικά μέτρα, τις θερμικές ζώνες κ.α.

Εικόνα 121 : Καρτέλα Γενικά

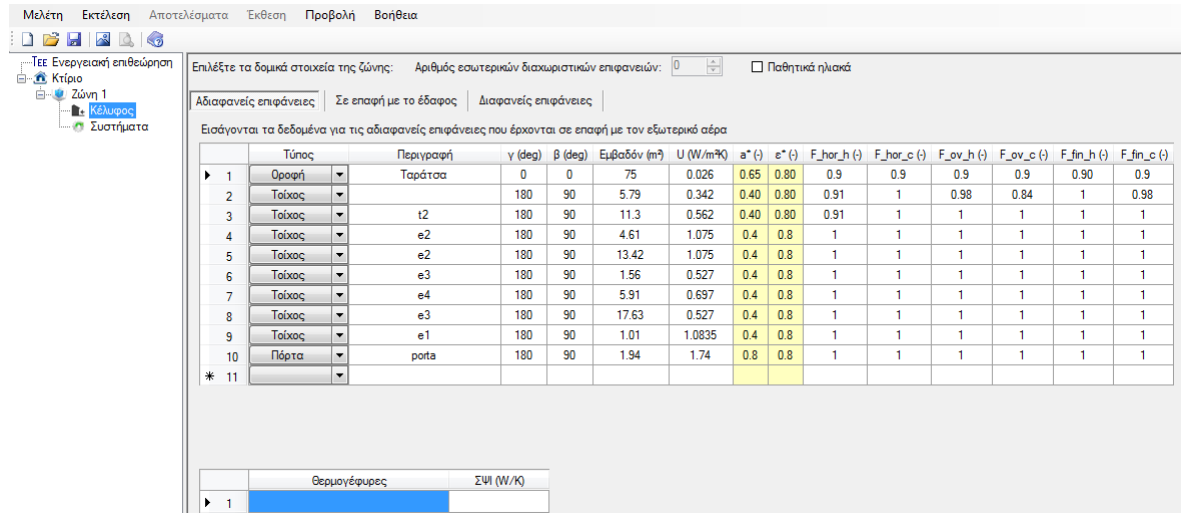
Επίσης, αν δούμε και τις καρτέλες ΣΗΘ και Φωτοβολταϊκά μπορούμε να εισχωρήσουμε δεδομένα ανάλογα με τη μονάδα/ τύπο για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θέρμανσης και φωτοβολταϊκών, αν υπάρχουν στο κτίριο ενδιαφέροντος.

Εικόνα 122 : Καρτέλα ΣΗΘ (Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θέρμανσης)

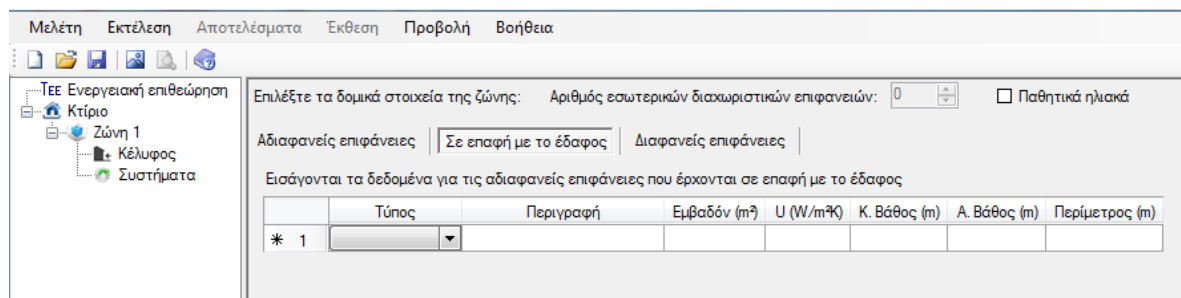
Εικόνα 123 : Καρτέλα Φωτοβολταϊκά

Μετά την εισαγωγή των γενικών δεδομένων και ανάλογα με τον αριθμό των θερμικών ζωνών που έχουμε εισάγει στα γενικά δεδομένα, θα έχουμε τον αντίστοιχο αριθμό σε ζώνες (π.χ. Ζώνη 1, Ζώνη 2, Ζώνη 3 κ.τ.λ.). Πατώντας την κατηγορία της ζώνης εμφανίζονται δύο

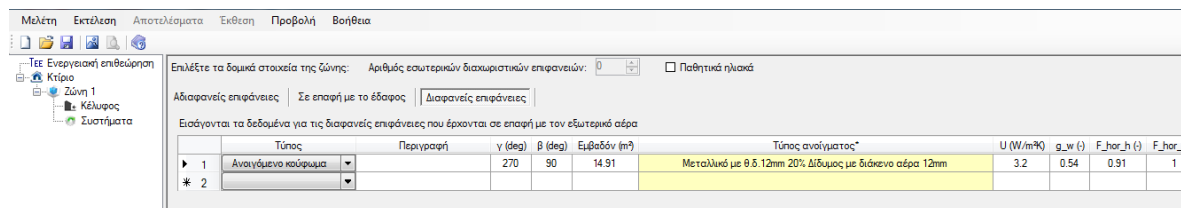
υποκατηγορίες, το *Κέλυφος* και τα *Συστήματα*. Στην υποκατηγορία *Κέλυφος* εισάγουμε τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που εμφανίζονται στις ταμπέλες *Αδιαφανείς επιφάνειες*, *Σε επαφή με το έδαφος* και *Διαφανείς επιφάνειες* ανάλογα με το είδος τους (πρακτικά στις διαφανείς επιφάνειες βάζουμε τα τζάμια ή πιθανόν πόρτες που είναι φτιαγμένες από τζάμι), έτσι ώστε στο πρόγραμμα να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.



Εικόνα 124 : Καρτέλα Αδιαφανείς επιφάνειες



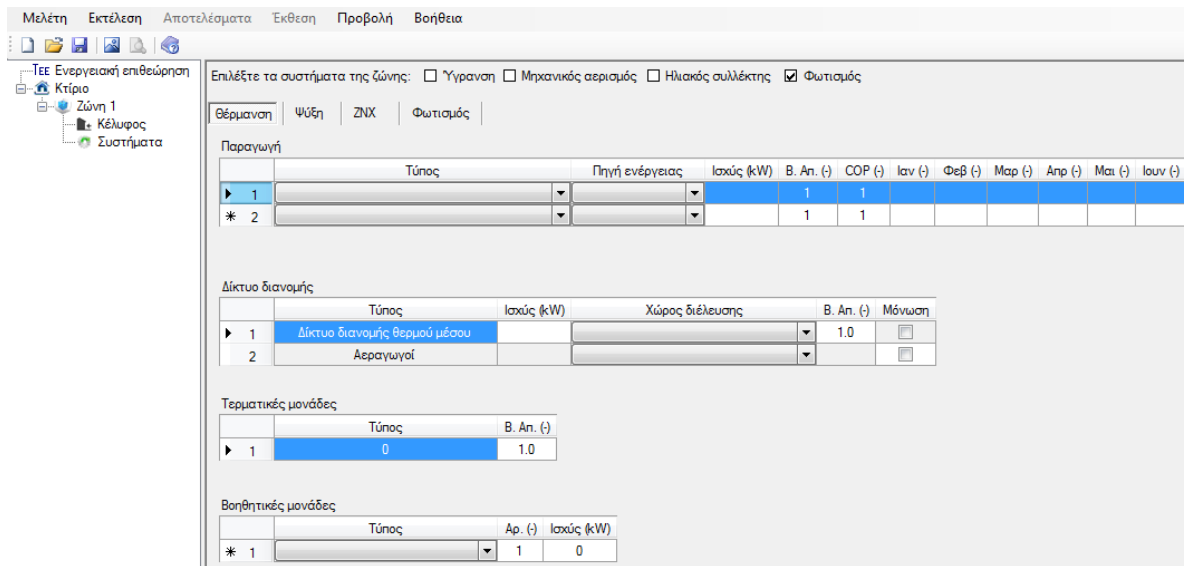
Εικόνα 125 : Καρτέλα Σε επαφή με το έδαφος



Εικόνα 126 : Καρτέλα Διαφανείς επιφάνειες

7.3 Εισαγωγή στοιχείων θέρμανσης

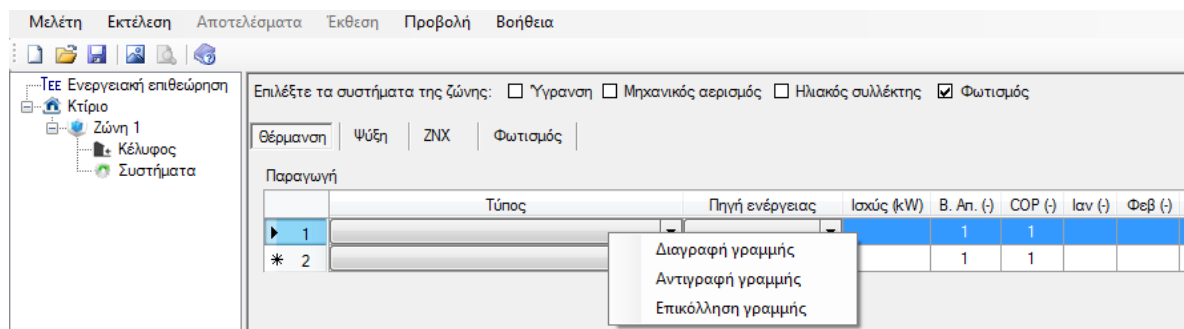
Όταν τελειώσουμε με την εισαγωγή των γενικών δεδομένων και των δομικών στοιχείων του κτιρίου, μπορούμε να πατήσουμε την υποκατηγορία *Συστήματα*. Όπως βλέπουμε, στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται οι ταμπέλες *Θέρμανση*, *Ψύξη*, *ZNX* και *Φωτισμός* (επειδή έχουμε τσεκάρει το κουτάκι *Φωτισμός*).



Εικόνα 127 : Υποκατηγορία Συστήματα

7.3.1 Σύστημα παραγωγής θέρμανσης

Στην ταμπέλα *Θέρμανση* βλέπουμε έναν πίνακα με όνομα *Παραγωγή*. Από κάτω ακριβώς έχουμε την επιλογή να προσθέσουμε όλες τις πηγές θέρμανσης που υπάρχουν, κάνοντας δεξί κλικ και εισαγωγή νέας γραμμής ή διαγραφή γραμμής, αν θέλουμε να αφαιρέσουμε πηγή θέρμανσης.



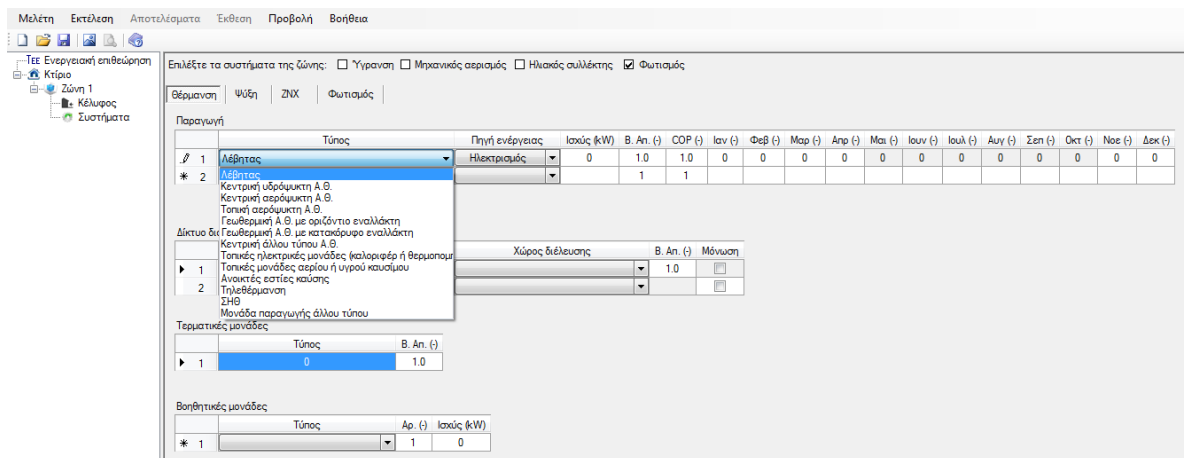
Εικόνα 128 : Επεξεργασία συστημάτων θέρμανσης

Στην στήλη *Τύπος* επιλέγουμε τον τύπο παραγωγής θέρμανσης και ακριβώς δίπλα στη στήλη *Πηγή Ενέργειας* επιλέγουμε την αντίστοιχη πηγή ενέργειας ή καύσιμο της παραγωγής θέρμανσης. Μετά στη στήλη *Ισχύς*, εισάγουμε σε kW την ισχύ ανάλογα με το τύπο παραγωγής θερμότητας που έχουμε.

Ανάλογα με το τύπο παραγωγής έχουμε τις παρακάτω επιλογές οι οποίες είναι οι εξής:

1. Λέβητας (4.1)
2. Κεντρική αντλία θερμότητας υδρόψυκτη (5.3.1.0)
3. Κεντρική αντλία θερμότητας αερόψυκτη (5.3.1.0)
4. Κεντρική αντλία θερμότητας άλλου τύπου
5. Γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο ή κατακόρυφο εναλλάκτη (5.3.1.0)
6. Τοπική αντλία θερμότητας αερόψυκτη (5.3.1.0)
7. Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά καλοριφέρ, θερμοπομποί κ.α., 3.2)
8. Τοπικές μονάδες αερίου ή υγρού καυσίμου (3.1.1, 3.1.2)
9. Ανοικτές εστίες καύσης (3.1.3)

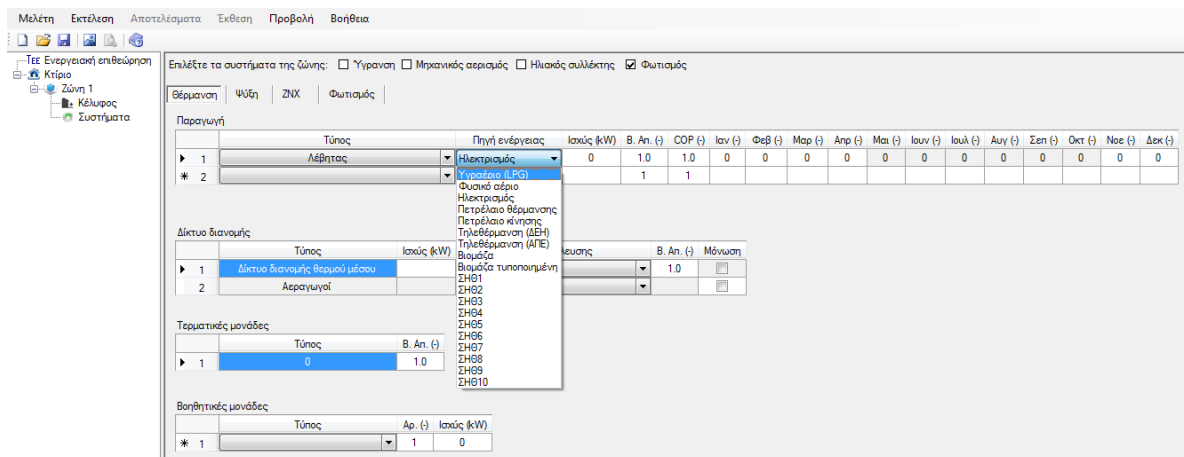
10. Τηλεθέρμανση (4.4)
11. ΣΗΘ (4.4)
12. Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου



Εικόνα 129 : Στήλη επιλογής τύπου μονάδας θέρμανσης

Ανάλογα με το τύπο παραγωγής που θα επιλέξουμε έχουμε τις παρακάτω πηγές ενέργειας:

1. Υγραέριο
2. Φυσικό αέριο
3. Ηλεκτρισμός
4. Πετρέλαιο θέρμανσης
5. Πετρέλαιο κίνησης
6. Τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.)
7. Τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.)
8. Βιομάζα
9. Βιομάζα τυποποιημένη
10. ΣΗΘ (ανάλογα με το τύπο παραγωγής ΣΗΘ, που υπάρχει)



Εικόνα 130 : Στήλη επιλογής πηγής ενέργειας της μονάδας θέρμανσης

Τυπικές Τιμές Απόδοσης

Δίπλα από τη στήλη της Ισχύς βλέπουμε τις δύο στήλες Β.Α.π. (Βαθμός Απόδοσης) και COP (Coefficient Of Performance /Συντελεστής Απόδοσης). Ανάλογα με το τύπο της μονάδας παραγωγής θέρμανσης ο ενεργειακός επιθεωρητής εισχωρεί τα εξής στις δύο αυτές στήλες :

Λέβητας-Καυστήρας

Ο επιθεωρητής στη στήλη του COP θα αφήσει την τιμή 1.0 και στην στήλη της ονομαστικής ισχύς της μονάδας του συστήματος θα βάλει την τιμή που αναφέρεται στη μελέτη διαστασιολόγησης της μονάδας θέρμανσης, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Για τον υπολογισμό της θερμικής απόδοσης (B.Απ.) της μονάδας, όταν δεν αναφέρεται στις τεχνικές προδιαγραφές, χρησιμοποιούνται οι σχέσεις που δίνονται στο Π.Δ. 335/1993 (Πίνακας 14) και αφορούν στην ελάχιστη απαιτούμενη θερμική απόδοση ανά τύπο λέβητα, που διατίθεται στην ελληνική αγορά.

Πίνακας 14 : Ελάχιστη θερμική απόδοση λέβητα - καυστήρα^{xliii}

Τύπος λέβητα	Απαιτήση απόδοσης [%] σε ονομαστική ισχύ P_n (πλήρες φορτίο) και σε μέση θερμοκρασία του νερού του λέβητα 70°C
Συνήθεις λέβητες	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες χαμηλής θερμοκρασίας ή συμπύκνωσης υγρών καυσίμων	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες συμπύκνωσης αερίων καυσίμων	$\geq 91 + 1 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)

Για τις υφιστάμενες μονάδες θέρμανσης χώρων λέβητα - καυστήρα ο πραγματικός βαθμός απόδοσης και η πραγματική θερμική ισχύς προσδιορίζονται από την ανάλυση καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική (σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 10315/93) και αναγράφεται στο φύλλο συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης. Ο επιθεωρητής, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα P_m , ελέγχει την περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας λέβητα - καυστήρα, συγκρίνοντας την με την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ P_{gen} στην μελέτη εφαρμογής του κτηρίου. Σε περίπτωση που μια τέτοια μελέτη δεν υπάρχει, ο επιθεωρητής συγκρίνει την πραγματική θερμική ισχύ της μονάδας με αυτήν που υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_{gen} = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2,5 [1], \text{ όπου:}$$

- ❖ P_{gen} [W] : Η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου,
- ❖ A [m²]: Η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα, όπως λαμβάνονται υπόψη στο έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.
- ❖ U_m [W/(m²K)] : Ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A . Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές:
 - 3,5 W/(m²K), για κτήρια πριν την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (οικοδομικές άδειες πριν από το 1979),
 - 1,55 W/(m²K) για την Α κλιματική ζώνη,
 - 1,20 W/(m²K) για τη Β κλιματική ζώνη,
 - 0,95 W/(m²K) για τη Γ κλιματική ζώνη,

για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος. Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (ενεργειακή μελέτη) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

❖ ΔΤ [°C] ή [K] Είναι η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος:

- 18°C για την Α κλιματική ζώνη,
- 20°C για τη Β κλιματική ζώνη,
- 23°C για τη Γ και κλιματική ζώνη και
- 28°C για τη Δ κλιματική ζώνη. (Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.)

❖ 2,5 : Συντελεστής που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ. Εδώ αξίζει να τονιστεί πως σύμφωνα με τη παλιά νομοθεσία, πριν τις αλλαγές δηλαδή ο συντελεστής ήταν 1,8.

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, χρησιμοποιείται βαθμός απόδοσης (n_{gen}), που προκύπτει από τον πραγματικό βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα (n_{gm}), όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων, μειωμένος κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (n_{g1}) και το συντελεστή μόνωσης λέβητα (n_{g2}) που δίνονται στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 16 και Πίνακας 16). Έτσι, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (n_{gen}) προκύπτει:

$$N_{gen} = n_{gm} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2} \quad [2]$$

Για τους πολυβάθμιους λέβητες-καυστήρες, στον έλεγχο υπερδιαστασιολόγησης, ως πραγματική θερμική ισχύ P_m λαμβάνεται η πραγματική ισχύς της πρώτης βαθμίδας της μονάδας λέβητα-καυστήρα, και όχι η συνολική. Η ισχύς της πρώτης βαθμίδας P_m χρησιμοποιείται και για τον υπολογισμό του λόγου της πραγματικής προς την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ (P_m/P_{gen}), για τον προσδιορισμό του συντελεστή βαρύτητας n_{g1} (Πίνακας 15). Για το κτήριο αναφοράς και οι δύο συντελεστές βαρύτητας n_{g1} & n_{g2} ισούται με την μονάδα.

Πίνακας 15: Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής βαρύτητας n_{g1}
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,75
Λέβητας με 50% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με 25% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ίση ή μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

Πίνακας 16 : Συντελεστής μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Ονομαστική ισχύς (kW)	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Λέβητας με μόνωση Σε καλή κατάσταση μόνωσης			1,0		
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

Για τους τοπικούς (π.χ. επίτοιχους) λέβητες φυσικού αερίου παραγωγής θερμότητας ή/και ZNX (μονάδες ροής), ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται ίσος με το βαθμό απόδοσης που δίνουν οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και βάσει της πιστοποίησης του. Για τους τοπικούς λέβητες δεν λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές για υπερδιαστασιολόγηση. Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η διαδικασία διαστασιολόγησης, παρακάτω έχουμε ένα παράδειγμα.

Παράδειγμα

Μας ανατέθηκε μία επιθέρωση λέβητα, που είναι υπεύθυνος για τη θέρμανση ενός τριώροφου κτηρίου, χτισμένο μετά το 1990. Όταν φτάσαμε στο λεβητοστάσιο διαπιστώσαμε πως η ταμπέλα στοιχείων του λέβητα ήταν πολύ φθαρμένη για να είναι δυνατή η ανάγνωσή του βαθμού απόδοσης, όμως πληροφορηθήκαμε από τον ιδιοκτήτη πως η ονομαστική του ισχύς είναι 52 kW. Οπότε ακολουθήσαμε την παρακάτω διαδικασία.

Αρχικά, έγινε υπολογισμός της συνολικής πραγματικής εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους και πήραμε τη τιμή : **441,29 m² (A)**.

Επίσης, γνωρίζουμε πως το κτήριο βρίσκεται στην Αττική, οπότε ανήκει στη θερμική ζώνη Β. Η τιμή του U_m και της διαφοράς θερμοκρασίας (ΔT) εξαρτάται από τη θερμική ζώνη, στη περίπτωση μας ισούται με **1,20 W/(m²K)** και **20 °C** αντίστοιχα.

Οπότε έχουμε $P_{gen} = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2,5 = 441,29 \cdot 1,20 \cdot 20 \cdot 2,5 = \mathbf{26,48 \text{ kW}}$.

Και επομένως ο εγκατεστημένος λέβητας των 52 kW είναι υπερδιαστασιολογημένος κατά: $\frac{52-26,48}{26,48} = 0,964 = \mathbf{96,4 \text{ \%,}}$ δηλαδή έχει σχεδόν **50% μεγαλύτερη ισχύ** από τη μέγιστη υπολογιζόμενη. Έτσι, από το παραπάνω πίνακα (Πίνακας 15) ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης είναι **$n_{g1}=0,85$** .

Η κατάσταση μόνωσης του λέβητα μετά από οπτικό έλεγχο, θεωρούμε ότι είναι καλή, οπότε ο συντελεστής μόνωσης (Πίνακας 16) για όλες τις περιπτώσεις είναι **$n_{g2}=1,00$** .

Συνεχίζοντας, από τα αποτελέσματα της ανάλυσης καυσαερίων του λέβητα πήραμε ως βαθμό απόδοσης τη τιμή **0,89 (n_{gm})**.

Συμπερασματικά, ο τελικός βαθμός απόδοσης λέβητα που καταχωρούμε στο πεδίο βαθμός απόδοσης είναι: $N_{gen} = n_{gm} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2} = 0,89 \cdot 0,85 \cdot 1,00 = \mathbf{0,757}$.

Αντλίες Θερμότητας

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων, η απόδοση καθορίζεται από το συντελεστή επίδοσης (COP) ή αλλιώς συντελεστή συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Διευκρινίζεται πως κατά σύμβαση στον Κ.Εν.Α.Κ. και σ' αυτήν την τεχνική οδηγία ο όρος COP αντιστοιχεί στην απόδοση των αντλιών θερμότητας (A/Θ) μόνο σε λειτουργία θέρμανσης. Η τιμή του COP προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας παροχής και επιστροφής θερμικού μέσου. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14511:2008 και την Eurovent, κάθε αντλία θερμότητας πρέπει να συνοδεύεται από την έκδοση πιστοποιητικού απόδοσης λειτουργίας σε διάφορες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμικού μέσου, όπως καθορίζονται στα πρότυπα. Η απόδοση των αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και η οποία μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από τη μεταβολή του συντελεστή επίδοσης COP σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο ολικός εποχικός συντελεστής επίδοσης κάθε συστήματος. Ο μέσος (ανηγμένος) εποχικός συντελεστής επίδοσης SCOP^v για τις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι μεγαλύτερος από τον ονομαστικό COP, επειδή η μέση θερμοκρασία κατά τη χειμερινή περίοδο είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 7°C. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου συνιστάται η χρήση του μέσου εποχικού συντελεστή επίδοσης των αντλιών θερμότητας. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 17) δίνονται τυπικές τιμές του μέσου εποχικού ολικού (συμπεριλαμβανομένης και της βοηθητικής ηλεκτρικής ισχύος κυκλοφορητών) συντελεστή επίδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας, ανάλογα με την πηγή θερμότητας ή καταβόθρα (αέρα, έδαφος κ.ά.) και τη θερμοκρασία θερμικού μέσου T, όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.4.2:2008. Αυτές οι τιμές διαφοροποιούνται στην αγορά σημαντικά ανάλογα με την τεχνολογία και το σχεδιασμό της συνολικής εγκατάστασης.

Πίνακας 17 : Μέσος ολικός εποχικός συντελεστής επίδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας για διάφορες θερμοκρασίες θερμικού μέσου^{vi}

Πηγή θερμότητας	Κτήρια τριτογενούς τομέα			Κτήρια κατοικιών	
	T < 35°C	35°C ≤ T < 45°C	45°C ≤ T < 55°C	T < 35°C	35°C ≤ T < 45°C
Εξωτερικός αέρας	3,4	3,1	2,8	3,7	3,3
Έδαφος	5,5	5,1	4,7	3,8	3,4
Θερμότητα από καυσάερια (π.χ. Σ.Η.Θ.)	6,1	5,1	4,4	-	-
Υπόγειο					
ή θαλασσινό νερό	4,7	4,2	3,6	4,5	4,1
Επιφανειακά νερά	4,1	3,7	3,3	-	-

Επειδή η εκτίμηση του μέσου εποχικού συντελεστή επίδοσης SCOP δεν είναι εύκολη, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ως τελική θερμική απόδοση ο ονομαστικός συντελεστής επίδοσης COP για ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα 7°C και θερμοκρασία μέσου 45°C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14511:2007, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή/και στο πλαίσιο της αντλίας θερμότητας. Αντίστοιχα, στην περίπτωση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ως συντελεστής επίδοσης COP λαμβάνεται κατά τους υπολογισμούς η τιμή που αναφέρεται σε συνθήκες λειτουργίας για θερμοκρασία εδάφους όπως προσδιορίστηκε στην μελέτη και θερμοκρασία μέσου 45°C. Η θερμοκρασία εδάφους σε βάθος 3 m, θεωρείται περίπου ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα της περιοχής.

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο βαθμός επίδοσης COP για τους

^v Seasonal Coefficient of Performance

^{vi} ΕΛΟΤ EN 15316.4.2:2008

υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα 20-ετίαςκαι

- 2, 2 για συστήματα10-ετίας.

Για τις κεντρικές μονάδες αντλιών θερμότητας, για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο βαθμός επίδοσης COP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται:

- 2,2 για συστήματα 20-ετίαςκαι

- 2, 7 για συστήματα 10-ετίας.

Τοπικές Μονάδες αέριων καυσίμων

Για τις τοπικές μονάδες αέριων καυσίμων (θερμάστρες υγραερίου, θερμάστρες φυσικού αερίου κ.ά.) η θερμική ισχύ λαμβάνεται ίση με την ονομαστική θερμική ισχύ (W) του κατασκευαστή που αναγράφεται επάνω στην κάθε συσκευή. Σε περίπτωση έλλειψης αυτών των στοιχείων, η θερμική απόδοση τους λαμβάνεται 100%, αν δεν διαθέτει καπνοδόχο, και 70%, αν διαθέτει καπνοδόχο.

Ανοικτές Εστίες Καύσης

Οι ανοικτές εστίες καύσης (τζάκια κ.ά.) έχουν πολύ χαμηλό βαθμό απόδοσης και η ισχύς τους είναι ανάλογη με την εστία καύσης. Συνήθως μια εστία καύσης έχει τη δυνατότητα κάλυψης του θερμικού φορτίου ενός χώρου 30 m². Ο μέσος θερμικός βαθμός απόδοσης για τα παραδοσιακά τζάκια λαμβάνεται για τους υπολογισμούς 25%, ενώ για τα ενεργειακά τζάκια 50%. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται από τον κατασκευαστή η θερμική ισχύς τους. Όταν δεν θερμαίνεται όλο το κτήριο ή όλη η θερμική ζώνη από την εστία καύσης, στους υπολογισμούς θεωρείται ότι θερμαίνεται.

Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες

Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες παραγωγής θερμότητας όπως είναι τα ηλεκτρικά σώματα, οι θερμοπομποί, οι θερμοσυσσωρευτές και οι μονάδες επαγωγής (convectors) έχουν θερμική ισχύ ίση με την ονομαστική ηλεκτρική ισχύ σε W ή kW αντίστοιχα που αναγράφεται πάνω στο σύστημα. Με λίγα λόγια, ο επιθεωρητής στη στήλη του CO θα αφήσει την τιμή 1.0 και στην στήλη της ονομαστικής ισχύς της μονάδας του συστήματος θα εισάγει την τιμή που αναγράφεται πάνω στο ταμπελάκι της μονάδας (Εικόνα 131).

Η απόδοση τους είναι 100% (όλη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική) και δεν μεταβάλλεται λόγω γήρανσης, εκτός αν υπάρχουν σοβαρές εμφανείς φθορές. Για ηλεκτρικές μονάδες με σοβαρά προβλήματα κακοσυντήρησης (π.χ. θερμοσυσσωρευτές με κατεστραμμένη μόνωση) ο βαθμός απόδοσης τους μειώνεται κατά 5%. Οπότε ο επιθεωρητής θα βάλει στη χειρότερη περίπτωση ως βαθμό απόδοσης 0,95.



Εικόνα 131 : Ταμπελάκι τοπικής ηλεκτρικής μονάδας θέρμανσης

Μονάδες ΣΗΘ

Για τις μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) που υπάρχουν σε ένα κτήριο και χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των χώρων η θερμική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης (π.χ. ύπαρξη διαρροών κ.τ.λ.) του εναλλάκτη θερμότητας, τότε η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν στις κτηριακές εγκαταστάσεις.

Μονάδες τηλεθέρμανσης

Για τις κεντρικές μονάδες τηλεθέρμανσης, που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων σε μερικές περιοχές της χώρας, όπως η Κοζάνη, η απόδοση τόσο του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου, όσο και του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με την ονομαστική απόδοση των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται. Σε περίπτωση σημαντικής και εμφανούς κακοσυντήρησης του εναλλάκτη θερμότητας (π.χ. ύπαρξης διαρροών κ.ά.), η τελική απόδοση θερμικής ενέργειας του εναλλάκτη λαμβάνεται μειωμένη κατά 10%. Οι απώλειες του δικτύου από το σημείο παραγωγής (π.χ. μονάδα ηλεκτροπαραγωγής) μέχρι και τον εναλλάκτη δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, καθώς δεν αφορούν τις κτηριακές εγκαταστάσεις.

Μήνες λειτουργίας

Στις στήλες μετά το COP αναγράφονται με τη σειρά οι μήνες λειτουργίας του κτηρίου ενδιαφέροντος ανά χρόνο. Ανάλογα με τον τύπο κτηρίου που έχουμε επιλέξει στην αρχή, όπου θα γίνει η ενεργειακή επιθεώρηση, το πρόγραμμα του Κ.Εν.Α.Κ θα μας εμφανίσει με λευκό γέμισμα τους μήνες όπου μπορούμε να κάνουμε τροποποίηση και με ελαφρώς γκρι γέμισμα τους μήνες όπου δεν μπορούμε να επεξεργαστούμε και έχουν τιμή 0. Για παράδειγμα, αν έχουμε επιλέξει ως κτήριο επιθεώρησης ένα ξενοδοχείο θερινής λειτουργίας τότε αυτόματα το πρόγραμμα θα μας έχει την επιλογή τροποποίησης στα κουτάκια με τους μήνες Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο (δηλαδή τους μήνες λειτουργίας ενός θερινού ξενοδοχείου). Ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου κάθε μήνα, ο ενεργειακός επιθεωρητής μπορεί να βάλει τις τιμές στα κουτάκια από 0 έως 1 (π.χ. αν ένα γραφείο λειτουργεί μόνο τις 15 από τις 30 μέρες του Σεπτέμβρη, τότε στο κουτάκι του μήνα θα εισαχθεί ο αριθμός 0.5).

7.3.2 Δίκτυο διανομής θέρμανσης

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δικτύων διανομής : το δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις,) και οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (4.7). Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της υπο-οθόνης.

Δίκτυο διανομής					
	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου			1.0	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Εικόνα 132 : Εισαγωγή στοιχείων δίκτυο διανομής θερμού μέσου

Τα δεδομένα για τους αεραγωγούς συμπληρώνονται **μόνο σε περίπτωση Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων** και όχι σε περίπτωση συστημάτων μηχανικού αερισμού παροχής νωπού αέρα ή/ και εξαερισμού.

Απαιτείται ο προσδιορισμός ενός μόνο βαθμού απόδοσης δικτύου διανομής. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα (κλάδοι) διανομής θερμού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές ή την ίδια μονάδα παραγωγής θερμότητας) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (πάχος) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για κάθε δίκτυο διανομής η απόδοσή του λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει.

Στην στήλη *Ισχύς (kW)*, εισάγεται η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης. Το πεδίο ισχύος είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής είναι η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής επί το συνολικό συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και μόνωσης λέβητα.

Στην στήλη *Χώρος διέλευσης* καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής : *Εσωτερικοί ή/ και μέχρι 20% σε εξωτερικούς* και *Πάνω από 20% σε εξωτερικούς* (Εικόνα 133). Μετρώντας το μήκος των σωληνώσεων σε εξωτερικό χώρο σε σχέση με το συνολικό (αν είναι έως 20% ή πάνω από 20%) επιλέγουμε την κατάλληλη επιλογή. Εάν δεν καθοριστεί στους αεραγωγούς ο χώρος διέλευσης, θεωρείται ότι το κτήριο δεν διαθέτει δίκτυο αεραγωγών, παρά μόνο δίκτυο διανομής με σωληνώσεις.

Δίκτυο διανομής					
	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου			1.0	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς Πάνω από 20% σε εξωτερικούς		<input type="checkbox"/>

Εικόνα 133 : Επιλογή χώρου διέλευσης

Στην στήλη (*B. Απ.*) Βαθμός Απόδοσης, εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του

συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1^{vii}. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων (π.χ. αντλιών θερμότητας) οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα (1).

Στην τελευταία στήλη (*Μόνωση*), γίνεται ένδειξη ύπαρξης θερμομόνωσης για τους αεραγωγούς, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) θερμού μέσου. Ανάλογα την επιλογή «μόνωση» ή μη, διαμορφώνεται και η τελική απόδοση του συνολικού δικτύου διανομής.

7.3.3 Τερματικές μονάδες θέρμανσης

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (ΤΜ). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, όπως τα θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils), ή έμμεσης απόδοσης, για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοιχίο).

Στην στήλη *Τύπος*, εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των τερματικών μονάδων του συστήματος θέρμανσης (δεν υπάρχει βελάκι για επιλογή προεπιλεγμένων τερματικών μονάδων).

	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1		1.0

Εικόνα 134 : Εισαγωγή στοιχείων τερματικών μονάδων

Στην στήλη (*Β. Απ.*) Βαθμός Απόδοσης εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων (από 0 έως 1), λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, Ενότητα 4.4.2, Πίνακας: Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας). Εναλλακτικά, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Η επιλογή γίνεται σε πέντε στάδια, Απόδοση εκπομπής, Παράγοντας ακτινοβολίας, Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας, Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας και Κατάσταση και πατώντας το κουμπί «Επιλογή», όπως φαίνεται και παρακάτω:

	Τύπος	Β. Απ.* (-)
▶ 1		1

	Τύπος	Αρ. (-)
* 1		1

- Απόδοση εκπομπής
- Παράγοντας ακτινοβολίας
- Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας
- Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας
- Κατάσταση
- Επιλογή

Εικόνα 135 : Επιλογή βαθμού απόδοσης

^{vii} Ενότητα 4.3.4. Απώλειες δικτύων διανομής. Πίνακας 4.11. Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο.

7.3.4 Βοηθητικές μονάδες θέρμανσης

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης.

Στην στήλη *Τύπος*, καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάννα, Ανεμιστήρας.

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
** 1	▼	1	0

Αντλίες
Κυκλοφορητές
Ηλεκτροβάννες
Ανεμιστήρες

Εικόνα 136 : Εισαγωγή στοιχείων βοηθητικών μονάδων θέρμανσης

Στην διπλανή στήλη *Αριθμός (Αρ.)*, εισάγουμε τον αριθμό του τύπου της βοηθητικής μονάδας που έχουμε επιλέξει.

Στην τελευταία στήλη *Ισχύς (kW)*, εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες στο σύστημα θέρμανσης, ως ισχύς βοηθητικών μονάδων πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0).

Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει τα απαιτούμενα θερμικά φορτία σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες τότε, για την εκτίμηση της ηλεκτρικής ισχύος που αντιστοιχεί σε κάθε θερμική ζώνη γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα με το ποσοστό θερμικού φορτίου που καλύπτει. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ενεργειακής επιθεώρησης διαμερίσματος, η ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων εισάγεται επιμερισμένη ανάλογα με τα χιλιοστά θέρμανσης.

7.3.5 Ειδικές περιπτώσεις στο σύστημα θέρμανσης

Αν το εξεταζόμενο κτήριο δεν έχει σύστημα θέρμανσης, ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα θέρμανσης με τοπικές ηλεκτρικές μονάδες βαθμού απόδοσης 1.0, δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης 1.0, τερματικές μονάδες με βαθμό απόδοσης 0.94 και βοηθητικές μονάδες με ειδική ισχύ 0 W/m^2 (σύμφωνα με την οδηγία του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1).

Αν το εξεταζόμενο κτήριο διαθέτει συστήματα θέρμανσης, τα οποία δεν το καλύπτουν πλήρως, τότε θεωρείται ότι το υπόλοιπο τμήμα θερμαίνεται με το θεωρητικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο πρέπει να ορίσει ο επιθεωρητής (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1).

Όσον αφορά την ισχύ (του δικτύου διανομής), δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτηρίου, αλλά χρησιμοποιείται **μόνο** στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής του κτηρίου αναφοράς. Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής, με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η ισχύς του κλάδου με την χαμηλότερη απόδοση. Σε περίπτωση τμήματος κτηρίου (π.χ. διαμέρισμα) που καλύπτεται από έναν επιμέρους κλάδο του δικτύου διανομής, τότε ως θερμική ισχύς λαμβάνεται αυτή που μεταφέρει ο κλάδος ακόμα και αν καλύπτει μεγαλύτερο τμήμα κτηρίου από το εξεταζόμενο (π.χ. δύο ή τρία διαμερίσματα). Ο καταμερισμός της συνολικής θερμικής ισχύος ανά κλάδο γίνεται

ποσοστιαία ανάλογα με τα χιλιοστά θέρμανσης κάθε κλάδου ή εφόσον αυτό δεν είναι εφικτό με την παραδοχή ότι η ισχύς του δικτύου διανομής ισοκατανέμεται σε όλες τις στήλες.

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής θερμότητας που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής (π.χ. τοπικοί λέβητες, τοπικές αντλίες θερμότητας), τότε το πεδίο της ισχύος πρέπει να μένει **κενό**. Σε περίπτωση θεωρητικού συστήματος θέρμανσης, η τιμή ισχύος που εισάγεται πρέπει να είναι μηδέν (0) (σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) και να επιλεγεί "Εσωτερικοί ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς", ως χώρος διέλευσης. Επίσης, το δίκτυο διανομής θερμού μέσου θα έχει βαθμό απόδοσης μονάδα (1), οι τερματικές μονάδες θα έχουν βαθμό απόδοσης 0,94 και οι βοηθητικές μονάδες έχουν μηδενική ειδική ισχύ (0 W/m^2).

Σε περίπτωση που υπάρχουν **μόνο ΚΚΜ** τότε στον τύπο των τερματικών εισάγεται η περιγραφή «Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ)» και σαν βαθμός απόδοσης πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0).

7.4 Εισαγωγή στοιχείων ψύξης

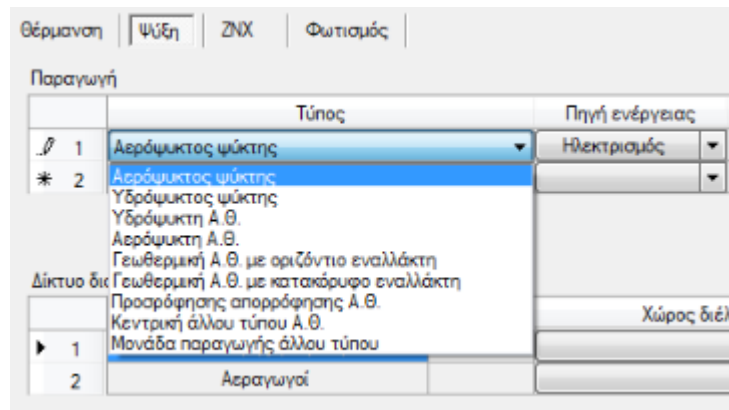
Όταν τελειώσουμε την εισαγωγή των δεδομένων στην ταμπέλα της θέρμανσης, μπορούμε να πατήσουμε στη διπλανή ταμπέλα *Ψύξη*. Όπως και στη ταμπέλα *Θέρμανση*, έτσι και αυτή αποτελείται από τις εξής συνιστώσες:

1. Την παραγωγή
2. Το δίκτυο διανομής
3. Τις τερματικές μονάδες
4. Τις βοηθητικές μονάδες

7.4.1 Σύστημα παραγωγής ψύξης

Αρχικά στη πρώτη στήλη *Τύπος*, καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας που υπάρχει. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο (πατώντας το βελάκι) μεταξύ των εξής:

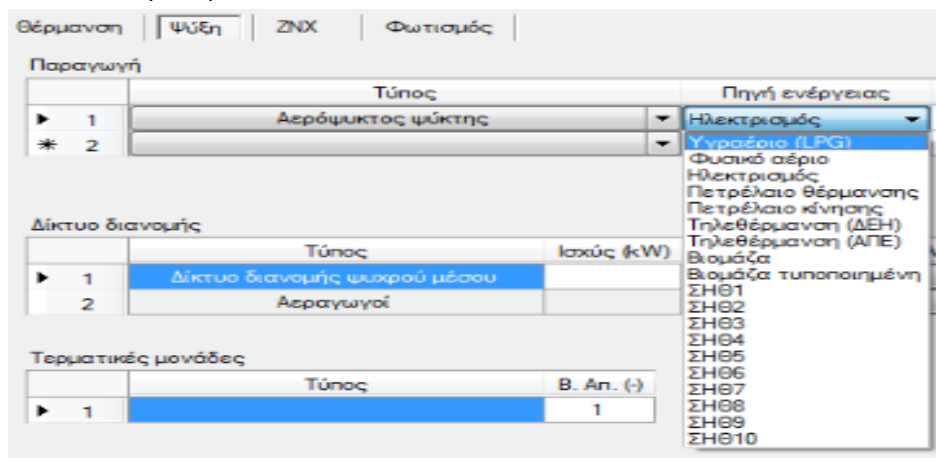
1. Αερόψυκτος ψύκτης (4.4)
2. Υδροψυκτος ψύκτης (4.4)
3. Υδροψυκτική αντλία θερμότητας (5.3.1)
4. Αερόψυκτη αντλία θερμότητας (5.3.1)
5. Γεωθερμική αντλία θερμότητας με οριζόντιο εναλλάκτη ή με κατακόρυφο εναλλάκτη (5.3.1))
6. Αντλία θερμότητας απορρόφησης – προσρόφησης (5.3.3)
7. Κεντρική αντλία θερμότητας άλλου τύπου (5.5)
8. Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου



Εικόνα 137 : Στήλη επιλογής τύπου μονάδας ψύξης

Δίπλα από τη στήλη *Τύπος*, στη στήλη *Πηγή ενέργειας* γίνεται καθορισμός της πηγής ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής πηγών:

1. Υγραέριο
2. Φυσικό αέριο
3. Ηλεκτρισμός
4. Πετρέλαιο (θέρμανσης ή κίνησης)
5. Τηλεθέρμανση (από ΔΕΗ ή ΑΠΕ)
6. Βιομάζα (κανονική ή τυποποιημένη)
7. ΣΗΘ (1-10)



Εικόνα 138 : Στήλη επιλογής πηγής ενέργειας της μονάδας ψύξης

Στη τρίτη στήλη *Ισχύς (kW)*, εισάγεται η ονομαστική ψυκτική ισχύς της κάθε μονάδας παραγωγής **σε kW** που καλύπτει το κτήριο ή την θερμική ζώνη αντίστοιχα. Σε περίπτωση που η ονομαστική ισχύς παρουσιάζεται σε μορφή χιλιοθερμίδων (kcal/ h) ο επιθεωρητής πρέπει να θυμάται πως 1 kcal/ h ισούται με 1,163 W (ή αντίστοιχα 1000 kcal/ h ισούται με 1,163 kW).

Για παράδειγμα, σε περίπτωση που ο επιθεωρητής πρέπει να εισάγει στο πρόγραμμα την ισχύ σε kW μιας αντλίας θερμότητας, της οποίας το ταμπελάκι στοιχείων έγραφε **10320 kcal/ h** κάνει την εξής πράξη: $10320 \times 1,163 = 12002 \text{ W}$ ή αλλιώς περίπου **12 kW**.

Θέρμανση			
	Ψύξη	ZHX	Φωτισμός
Παραγωγή			
	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	7,0
* 2			

Εικόνα 139 : Ισχύς μονάδας ψύξης (σε kW)

Μετά από τη στήλη της ισχύος έχουμε τη στήλη με το βαθμό απόδοσης (B. Απ.). Εδώ εισάγεται ο βαθμός απόδοσης όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1^{viii}.

Παραγωγή				
	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ (-)
▶ 1	Αερόψυκτος ψύκτης	Ηλεκτρισμός	7,0	1,0
* 2				1

Εικόνα 140 : Βαθμός απόδοσης μονάδας ψύξης

Εκτός από το βαθμό απόδοσης υπάρχει και ο EER, ο οποίος είναι δείκτης αποδοτικότητας. Σε αυτή τη στήλη εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας (EER) ή ο εποχιακός βαθμός ενεργειακής απόδοσης (SEER), αντίστοιχα, σύμφωνα πάλι με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα ή το νερό, για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο χρήστης μπορεί να εισάγει κάποιες τυπικές τιμές για τον Μέσο Εποχιακό Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας SEER, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1^{ix} ή να επιλέξει από έναν κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με δεξί κλικ πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο, όπως φαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα.

	B. Απ (-)	EER* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σ
1		1									

A.Θ. – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα, πριν το 1990 – 1,7
 A.Θ. – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα, μεταξύ 1990 και 2000 – 2,2
 A.Θ. – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα, μετά το 2001 – 2,5
 A.Θ. – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό, πριν το 1990 – 2,2
 A.Θ. – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό, μεταξύ 1990 και 2000 – 2,7
 A.Θ. – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό, μετά το 2001 – 3,0

Εικόνα 141 : Επιλογή του βαθμού απόδοσης EER

Ανάλογα με την επιλογή από τον κατάλογο (Εικόνα 141) για τον δείκτη αποδοτικότητας, συμπληρώνονται αυτόματα τόσο το πεδίο του ίδιου (EER), όσο και το προηγούμενο πεδίο του βαθμού απόδοσης (B.Απ.).

Για αντλίες θερμότητας ή/ και ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό με συνολική ψυκτική ικανότητα κάτω των 100 kW, εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER για

^{viii} Ενότητα 4.2.2, Τίτλος : Απόδοση μονάδας ψύξης

^{ix} Ενότητα 4.2.2.1, Τίτλος : Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών

ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας θερμοκρασία εξωτερικού αέρα 35°C και θερμοκρασία προσαγόμενου ψυχόμενου μέσου 7°C σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 14511:2007 ή EN 14825:2016, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή και αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές ή/ και στο πλαίσιο της μονάδας ψύξης. Αντίστοιχα, στην περίπτωση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ως δείκτης αποδοτικότητας EER λαμβάνεται κατά τους υπολογισμούς η τιμή που αναφέρεται σε συνθήκες λειτουργίας για θερμοκρασία γεωεναλλάκτη 15 °C και θερμοκρασία μέσου 7°C.

Για αντλίες θερμότητας ή/ και ψύκτες με συνολική ψυκτική ικανότητα άνω των 100 kW, πρέπει να ελέγχεται η κάθε ψυκτική εγκατάσταση ως προς την υπερδιαστασιολόγηση της και των επιπτώσεων αυτής στο μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας (SEER). Η ισχύς των 100 kW αφορά τη **συνολική ψυκτική εγκατάσταση** που εξυπηρετεί το κτήριο και **όχι την κάθε μονάδα ξεχωριστά**.

Μήνες Λειτουργίας

Τέλος, στους μήνες λειτουργίας λειτουργούμε με τον ίδιο τρόπο όπως και με το σύστημα θέρμανσης. Βλέπουμε τους μήνες: Ιαν. – Δεκ., εδώ εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης (το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη).

Ειδικά για τα κτήρια κατοικιών, για όλους τους μήνες που θεωρητικά λειτουργεί το σύστημα ψύξης, ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την εξεταζόμενη θερμική ζώνη, να κυμαίνεται μεταξύ 0.5 και 1 σε μηνιαία βάση (ανεξάρτητα αν πραγματικά λειτουργεί ή όχι το σύστημα ψύξης).

7.4.2 Δίκτυο διανομής ψύξης

Όπως και στο δίκτυο διανομής θέρμανσης έτσι και εδώ υπάρχουν δύο τύποι δικτύων διανομής: το δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου και οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα. Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της υπο-οθόνης όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 7.3.2.

Τα δεδομένα συμπλήρωσης είναι πάλι: η *Ισχύς (kW)*, ο *Χώρος διέλευσης*, ο βαθμός απόδοσης (*Β.Απ.*) και η ένδειξη της μόνωσης.

Δίκτυο διανομής					
	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (°)	Μόνωση
1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1.0	<input type="checkbox"/>
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Εικόνα 142 : Εισαγωγή στοιχείων δικτύου διανομής ψυχρού μέσου

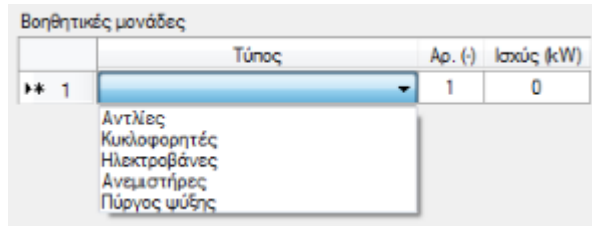
7.4.3 Τερματικές μονάδες ψύξης

Όπως και στις τερματικές μονάδες θέρμανσης έτσι στις τερματικές μονάδες ψύξης. Τα δεδομένα, ο τύπος και ο αριθμός του βαθμού απόδοσης, συμπληρώνονται με τον αντίστοιχο τρόπο που δείχθηκε στο κεφάλαιο 7.3.3 (η φόρμα εισαγωγής δεδομένων είναι ίδια με αυτή των τερματικών μονάδων θέρμανσης).

7.4.4 Βοηθητικές μονάδες ψύξης

Στο τελευταίο στάδιο καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης του συστήματος ψύξης. Τα δεδομένα εισάγονται με τον ίδιο τρόπο όπως και με τις βοηθητικές μονάδες ψύξης στο κεφάλαιο 7.3.4.

Το μόνο που αλλάζει είναι η επιλογή του τύπου των βοηθητικών μονάδων που έχουμε στη διάθεσή μας για επιλογή. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάννα, Ανεμιστήρας, Πύργος ψύξης.



Εικόνα 143 : Εισαγωγή στοιχείων βοηθητικών μονάδων ψύξης

7.4.5 Ειδικές περιπτώσεις στο σύστημα ψύξης

Αν στο εξεταζόμενο κτήριο δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας (με μέσο εποχικό δείκτη αποδοτικότητας SEER 1.7 για κατοικίες και 2.2 για τριτογενή τομέα και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας 0.5 για κατοικίες και 1 για τριτογενή τομέα), με δίκτυο διανομής (βαθμού απόδοσης 1 για κατοικίες και 0.95 για τριτογενή τομέα), τερματικά (βαθμού απόδοσης 0.93) και βοηθητικές μονάδες^x (ισχύος 0 W/m² για κατοικίες και 5 W/m² για τριτογενή τομέα).

Σε περίπτωση θεωρητικού συστήματος ψύξης, η πηγή ενέργειας είναι "Ηλεκτρισμός" και στο πεδίο της ισχύος πρέπει να εισαχθεί μηδέν (0). Επίσης, η τιμή ισχύος του δικτύου διανομής πρέπει να είναι και αυτή μηδέν (0) και ο βαθμός απόδοσης του να είναι μονάδα (1) για κατοικίες και 0.95 για τριτογενή τομέα. Ως χώρος διέλευσης πρέπει να επιλεγεί "Εσωτερικοί ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς".

Σε περίπτωση θεωρητικού συστήματος ψύξης, οι τερματικές μονάδες έχουν βαθμό απόδοσης 0.93. Σε περίπτωση που υπάρχουν **μόνο** ΚΚΜ τότε στον τύπο των τερματικών εισάγεται η περιγραφή «Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ)» και σαν βαθμός απόδοσης πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0). Οι βοηθητικές μονάδες έχουν ισχύ 0 W/m² για κατοικίες και 5 W/m² για τριτογενή τομέα

Στην περίπτωση που ο χρήστης δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα ψύξης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

^x Σύμφωνα με την ενότητα 4.2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

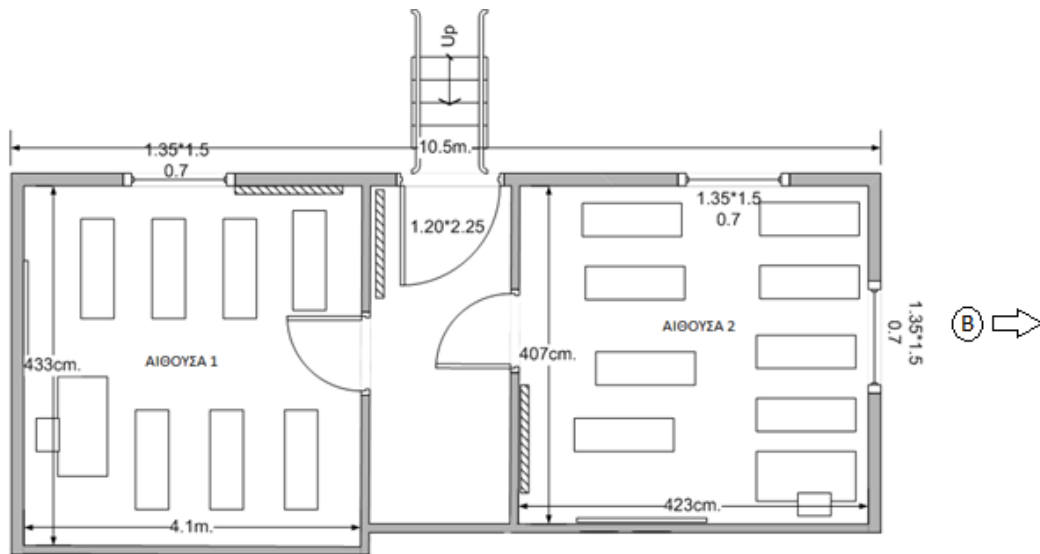
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Όπως αναφέραμε και στο Κεφάλαιο 1.2.1 για να γίνουν πλήρως κατανοητές οι διαδικασίες ενεργειακής επιθεώρησης συστημάτων θέρμανσης/ ψύξης θα γίνουν αναλυτικά τρία παραδείγματα. Τα παρακάτω παραδείγματα αφορούν τις πιο συνηθισμένες περιπτώσεις που μπορεί να συναντήσει ο ενεργειακός επιθεωρητής.

8.1 Εγκατάσταση με τοπική θέρμανση

Αρχικά, μία συνηθισμένη ενεργειακή επιθεώρηση, συνήθως στους παλαιούς οικισμούς ή σε χώρους που δεν έχει κεντρική θέρμανση, είναι η τοπική θέρμανση. Παρακάτω θα αναλυθεί ο τρόπος ενεργειακής επιθεώρησης ενός κτηρίου όπου θερμαίνεται με σόμπες χαλαζία.

Το κτήριο στο οποίο επιλέξαμε να κάνουμε αυτή την επιθεώρηση είναι ένα φροντιστήριο με δύο αίθουσες. Παρακάτω, βλέπουμε το σχέδιο κάτοψης του φροντιστηρίου μαζί με τις απαραίτητες μετρήσεις απόστασης, που μας έδωσε ο ιδιοκτήτης.



Εικόνα 144 : Κάτοψη φροντιστηρίου

Σε περίπτωση που ο ιδιοκτήτης δεν είχε στη διάθεση του διαθέσιμη τη κάτοψη ο επιθεωρητής έπρεπε να μετρήσει, με τα συστήματα μέτρησης απόστασης (6.1), τις διαστάσεις του θερμαινόμενου χώρου. Οπότε ξέροντας το μήκος και το πλάτος, κάνουμε τις πράξεις και βρίσκουμε πως η αίθουσα 1 είναι $17,75 \text{ m}^2$ και η αίθουσα 2 είναι $17,22 \text{ m}^2$.

Μετά, ο ιδιοκτήτης μας έδειξε τις δύο σόμπες χαλαζία οι οποίες θερμαίνουν τη κάθε αίθουσα. Βλέποντας τις σόμπες είδαμε το ταμπελάκι στο πλάι και σημειώσαμε την ισχύ τους. Όπως βλέπουμε παρακάτω (Εικόνα 145) και οι δύο σόμπες έχουν από τέσσερις ράβδους χαλαζία, όπου η κάθε μία είναι 600 W , άρα σύνολο 2400 W .



Εικόνα 145 : Ταμπελάκι ένδειξης ισχύος σόμπας χαλαζία

Στη συνέχεια, ελέγχοντας τις σόμπες χαλαζία παρατηρήθηκε φθορά στο εξωτερικό τους, μάλλον από κακοσυντήρηση τους (7.3.1, Σύστημα παραγωγής θέρμανσης), γι' αυτό το λόγο στο βαθμό απόδοσης θα εισαχθεί ο αριθμός 0,95.

Με αυτές τις πληροφορίες λοιπόν, μπορούμε να εισχωρήσουμε τα στοιχεία για να συντάξουμε την ενεργειακή επιθεώρηση αυτού του συστήματος. Εδώ να τονιστεί πως το συγκεκριμένο παράδειγμα επιθεώρησης, **εμπίπτει στην επιθεώρηση κτιρίων**, αφού η νομοθεσία δεν προβλέπει επιθεώρηση σε τοπικά συστήματα θέρμανσης. Οπότε σε αυτή τη περίπτωση θα γίνει επιθεώρηση με το πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ ΜΕΛΕΤΗ για να συμπεριληφούν στους υπολογισμούς και τα στοιχεία του κελύφους.

Με τα στοιχεία από τη κάτοψη μπορούμε να συμπληρώσουμε τις καρτέλες κελύφους στη Ζώνη 1 και Ζώνη 2 αντίστοιχα. Επειδή ασχολούμαστε κυρίως με την επιθεώρηση συστημάτων και όχι με του κτηρίου γενικά, το συγκεκριμένο κομμάτι δεν θα αναλυθεί. Παρακατώ υπάρχουν τα στοιχεία του κελύφους, στην καρτέλα αδιαφανείς επιφάνειες (Εικόνα 146), της αίθουσας 1 του φροντιστηρίου και στην καρτέλα διαφανείς η εισαγωγή των στοιχείων του παραθύρου (Εικόνα 147). Η συμπλήρωση της καρτέλας αδιαφανείς επιφάνειες, για την αίθουσα 2 έγινε με τη συμπλήρωση των αντίστοιχων διαστάσεων.

Αδιαφανείς επιφάνειες														
Σε επαφή με το έδαφος														
Διαφανείς επιφάνειες														
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα														
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Οροφή	Ταράτσα	0	0	17.75	0.026	0.65	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
2	Τοίχος	Βόρειος Τοίχος	180	90	10.29	1.075	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	Νότιος Τοίχος	180	90	12.99	1.075	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
4	Τοίχος	Ανατολικός Τοίχος	180	90	12.3	1.075	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
5	Τοίχος	Δυτικός Τοίχος	180	90	12.27	1.075	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
6	Πόρτα	Πόρτα	180	90	2.7	1.74	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1
* 7														

Εικόνα 146 : Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων κελύφους αίθουσας 1

Αδιαφανείς επιφάνειες						
Σε επαφή με το έδαφος						
Διαφανείς επιφάνειες						
Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα						
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*
▶ 1	Ανοιγόμενο κοίφωμα	Παράθυρο	270	90	2.03	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm
* 2						

Εικόνα 147 : Παράδειγμα εισαγωγής διαφανών επιφανειών

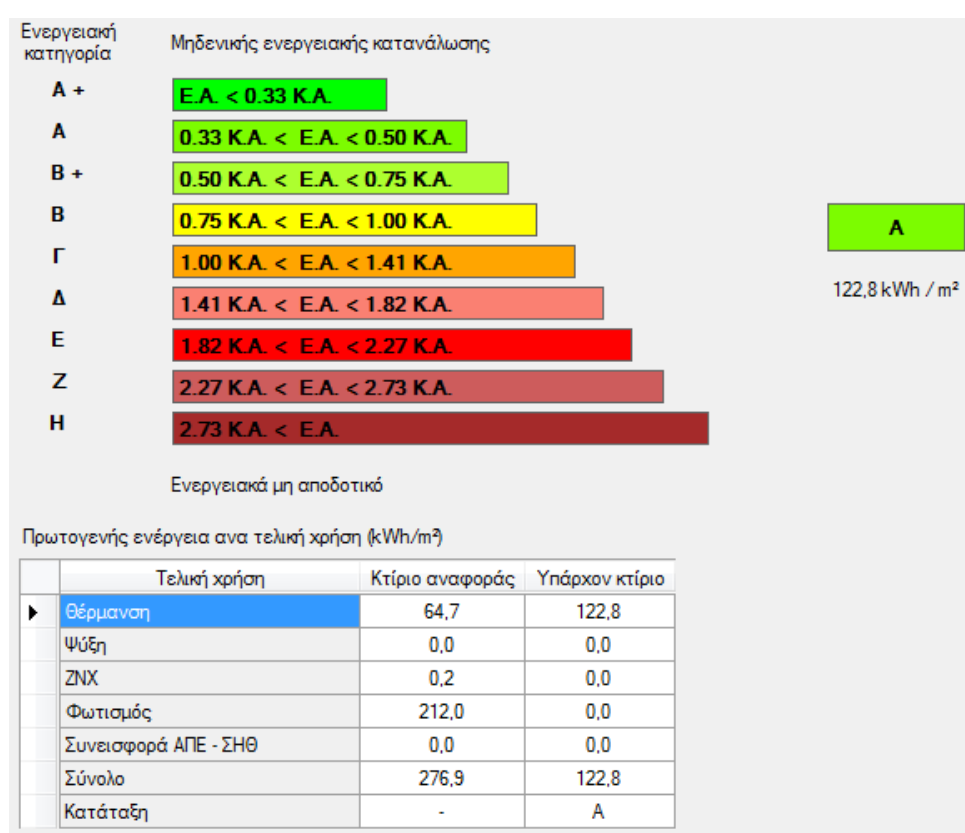
Το σύστημα θέρμανσης είναι τοπικό και γι' αυτό το λόγο τα στοιχεία του δικτύου διανομής, των τερματικών και των βοηθητικών μονάδων θα παραμείνουν κενά. Αφότου συμπληρωθούν τα κελιά των δεδομένων που αφορούν το τύπο, τη πηγή ενέργειας, την ισχύ, το βαθμό απόδοσης και τους συντελεστές από τους μήνες λειτουργίας (Εικόνα 148) και στις δύο ζώνες του κτηρίου, μπορούμε να πατήσουμε το κουμπί *Εκτέλεση* (πάνω αριστερά) για να εμφανιστούν τα αποτελέσματα.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\Administrator\Desktop\Σταυρος Ζερβάνος\Τοπική_Θέρμανση_Φροντιστηρίου.xml] - [Συστήματα ζώνης]																	
Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια																	
Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: <input type="checkbox"/> Ύψωση <input type="checkbox"/> Μηχανικός αερισμός <input type="checkbox"/> Ηλεκτρικός <input type="checkbox"/> Φωτισμός																	
Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ																	
Παραγωγή																	
	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (καλοριφέρ ή	Ηλεκτρισμός	2.4	0.95	1.0	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2						1	1										

Εικόνα 148 : Συμπληρωμένα κελιά των στοιχείων παραγωγής

Όταν πατήσουμε την Εκτέλεση, το πρόγραμμα θα γίνει γκρι και θα εμφανιστεί ένα μήνυμα το οποίο θα λέει πως το παράθυρο των αποτελεσμάτων είναι ενεργό. Βέβαια για να εμφανιστεί αυτό το μήνυμα πρέπει όλα τα στοιχεία να έχουν εισαχθεί σωστά, αλλιώς το πρόγραμμα θα μας παραπέμψει στο τυχόν λάθος που έχουμε κάνει ή σε κελί που δεν είναι συμπληρωμένο. Μετά πατώντας το κουμπί *Αποτελέσματα* (δεξιά από την *Εκτέλεση*) βλέπουμε πως εμφανίζονται οι επιλογές: *Ενεργειακή κατάταξη* (Εικόνα 149), *Απαιτήσεις – Κατανάλωση* (Εικόνα 150) και *Οικονομοτεχνική ανάλυση* (Εικόνα 151). Το αποτέλεσμα που ενδιαφέρει κυρίως τον ενεργειακό επιθεωρητή είναι αυτό της ενεργειακής κατάταξης.

Όπως παρατηρούμε και παρακάτω το κτήριο έχει ενεργειακή κατανάλωση 122,8 kWh/ m² και το κτίριο αναφοράς έχει 64,7 kWh/ m². Όμως και πάλι λόγω της μικρής κατανάλωσης που έχει το κτήριο το πρόγραμμα το έχει κατατάξει ως A+ κατηγορία και επομένως δεν χρειάζεται καμία επέμβαση ή αλλαγή των συστημάτων θέρμανσης.



Εικόνα 149 : Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης

Σε περίπτωση που ο επιθεωρητής θέλει παραπάνω λεπτομέρειες, αν δει πως είναι ενεργειακά μη αποδοτικό, τότε μπορεί εξετάσει από τα αποτελέσματα της *Απαιτήσεις – Καταναλώσεις* και της *Οικονομοτεχνικής Ανάλυσης*. Έτσι μπορεί να προτείνει στον ιδιοκτήτη ένα διαφορετικό τρόπο θέρμανσης και να δείξει ταυτόχρονα στοιχεία όπως, το κόστος επένδυσης και τη περίοδο αποπληρωμής του συστήματος.

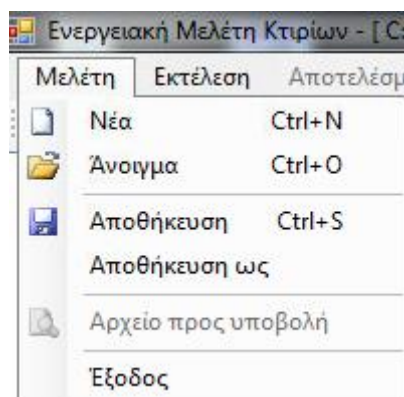
Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	9,3	7,9	5,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	6,1	31,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	13,4	18,5	18,6	6,1	0,0	0,0	0,0	60,1
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	12,8	10,9	8,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	8,4	42,3
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	12,8	10,9	8,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	8,4	42,3
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO2 (kg/m ²)										
►	Ηλεκτρισμός	42,3		41,8										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	42,3		41,8										

Εικόνα 150 : Αποτελέσματα απαίτησης - κατανάλωσης

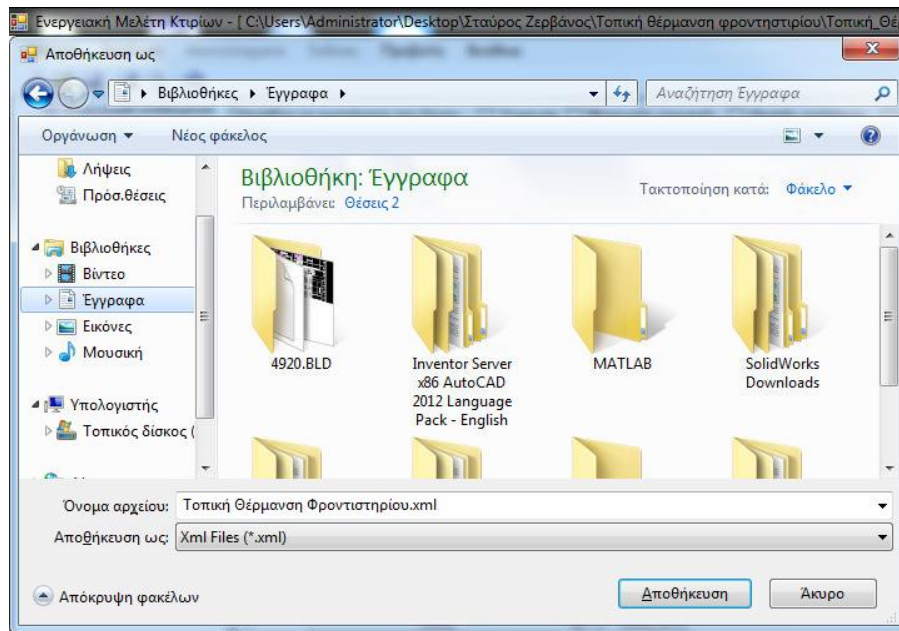
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής			
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Λειτουργικό κόστος (€)	412,2	167,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)		
	Μείωση εκπομπών CO2 (Kg/m ²)		
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		

Εικόνα 151 : Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης

Όταν τελώσει ο επιθεωρητής με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, μπορεί να αποθηκεύσει την επιθεώρηση πατώντας το κουμπί *Μελέτη* πάνω αριστερά (Εικόνα 152) και ύστερα *Αποθήκευση ως*. Μετά, επιλέγει το προορισμό και δίνει το όνομα στο αρχείο κλπ αποθηκεύοντας (Εικόνα 153) το μέχρι να το στείλει, μαζί με τα στοιχεία του, στο *Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών & Αρχείο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων* (<https://www.buildingcert.gr/>).



Εικόνα 152 : Μελέτη - Αποθήκευση ως



Εικόνα 153 : Τελική αποθήκευση της επιθεώρησης τοπικής θέρμανσης

8.2 Λέβητας

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος παραγωγής, σε ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης είναι με λέβητα πετρελαίου. Γι' αυτό το λόγο έγινε και ενεργειακή επιθεώρηση του λέβητα πετρελαίου που θερμαίνει κάποιες αίθουσες εργαστηρίου στο κτίριο της Παλιάς ΣΤΕΦ του ΤΕΙ Ηρακλείου.



Εικόνα 154 : Λέβητας πετρελαίου στο λεβητοστάσιο του ΤΕΙ

Μετά από μελέτη στο χώρο του λεβητοστασίου πήραμε πληροφορίες για το λέβητα (το σύστημα παραγωγής) από το ταμπελάκι του κατασκευαστή. Κοιτάζοντας το ταμπελάκι (Εικόνα 155) βλέπουμε πως η ονομαστική ισχύς του λέβητα είναι : 630 kW ή 630.000 kcal/ h, ότι είναι τύπος λέβητα Β, έχει αριθμό κατασκευής : 7132, ημερομηνία κατασκευής : 28/12/1989, λειτουργεί με μέγιστη θερμοκρασία νερού : 90° C και πίεση έως 6 ατμόσφαιρες (Atm). Εδώ αξίζει να σημειωθεί, πως σε περίπτωση που δεν υπήρχε το ταμπελάκι ή ήταν πολύ φθαρμένο, ο επιθεωρητής θα υπολογίσει την ονομαστική ισχύ με τη μεθοδολογία που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 7.3.1 στη παράγραφο Λέβητας – Καυστήρας. Σε περίπτωση που τα στοιχεία του λέβητα βρίσκονται χαραγμένα στο ταμπελάκι και δεν είναι ευδιακριτα, ο επιθεωρητής μπορεί να πάρει ένα κομμάτι χαρτί, να το βάλει πάνω από το ταμπελάκι και τρίβοντάς το με ένα μολύβι να σχηματίσει ένα ανάγλυφο με αυτά (το οποίο θα είναι πιο ευδιάκριτο).



Εικόνα 155 : Ταμπελάκι κατασκευαστή λέβητα

Αφού βρήκαμε και σημειώσαμε τα στοιχεία του λέβητα, προχωρήσαμε στη καταχώρηση των στοιχείων του καυστήρα. Παρατηρήσαμε πως ο καυστήρας έχει δύο μπεκ, οπότε είναι διβάθμιος. Επίσης, σημειώσαμε τα στοιχεία του καυστήρα από το αντίστοιχο ταμπελάκι πληροφοριών.



Εικόνα 156 : Ταμπελάκι κατασκευαστή καυστήρα



Εικόνα 157 : Μπεκ του καυστήρα πετρελαίου

Επίσης αν παρατηρήσουμε, αριστερά από το λέβητα (Εικόνα 154) μπορούμε να δούμε έξι κυκλοφορητές. Με μία πιο κοντινή ματιά βλέπουμε το ταμπελάκι του κάθε κυκλοφορητή (Εικόνα 158) και σημειώνουμε την ισχύ του. Έτσι λοιπόν η ισχύς του κάθε κυκλοφορητή από αριστερά προς τα δεξιά είναι : 84 W, 226 W, 100 W, 2000 W, 226 W και 122 W.



Εικόνα 158 : Ταμπελάκι ενός κυκλοφορητή του λέβητα

Αφότου λάβαμε υπόψη τα στοιχεία από τα ταμπελάκια του λέβητα και του κυκλοφορητή σειρά είχε η ανάλυση καυσαερίων του λέβητα. Ακολουθώντας τα βήματα για τη μέτρηση με τον αναλυτή καυσαερίων (6.2), εισάγαμε το ακροφύσιο του αναλυτή καυσαερίων στην ειδική οπή και πήραμε τα εξής αποτελέσματα:

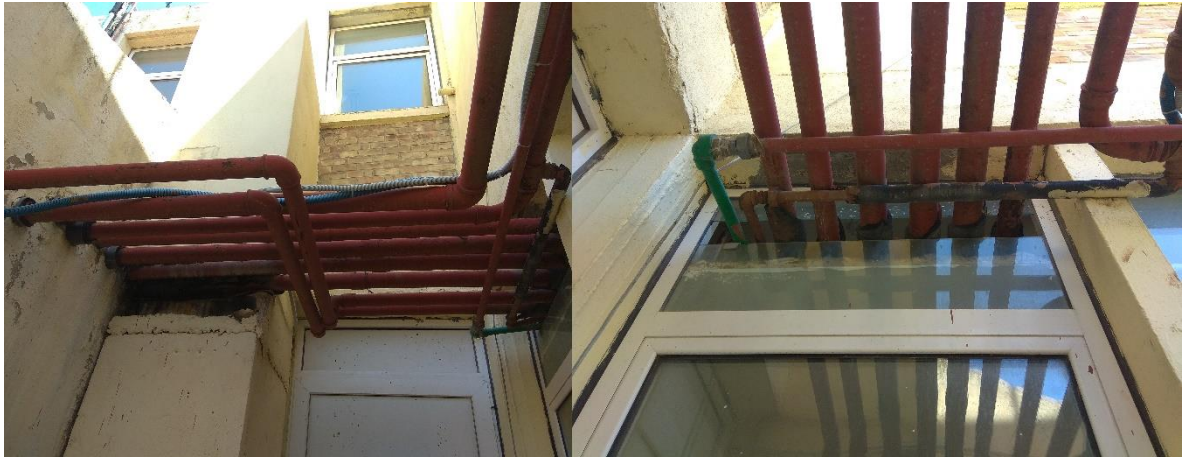
Πίνακας 18 : Αποτελέσματα μέτρησης με τον αναλυτή καυσαερίων

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΥΣΗΣ	75,6%
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ (Περίσσεια Αέρα)	1,94
ΠΟΣΟΣΤΟ O ₂	10,1%
ΠΟΣΟΣΤΟ CO ₂	7,9%
ΠΟΣΟΤΗΤΑ CO	0 ppm
ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO	63 ppm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	284°C
ΠΟΣΟΤΗΤΑ SO ₂	35 ppm
ΚΑΠΝΟΣ (Κλίμακα Bacharach)	1
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΗΣ	19,4%

Στη συνέχεια παρατηρήσαμε την κατάσταση του δικτύου διανομής και βγάλαμε τα εξής συμπεράσματα:

- 1) Το δίκτυο είναι δισωλήνιο
- 2) Η μόνωση των σωλήνων είναι σχεδόν ανύπαρκτη και η υπάρχουσα είναι σχεδόν κατεστραμμένη
- 3) Η μόνωση, όπου υπάρχει είναι από αφρώδες ρολά πολυαιθυλενίου με πάχος 10 mm

Επίσης, από μία τέτοια επισκόπηση είναι εφικτό να εντοπιστούν το πλήθος των γωνιών των σωληνώσεων καθώς αυξάνουν τις σχετικές απώλειες.



Εικόνα 159 : Κατάσταση δικτύου διανομής

Τέλος, είδαμε τις τερματικές μονάδες που είναι υπεύθυνες για την απόδοση της θερμότητας στους χώρους. Οι τερματικές μονάδες αυτές είναι σώματα ακτινοβολίας τύπου ακάν (4.8.1). Παρατηρήθηκαν δύο είδους σώματα, τα “μεγάλα” ύψους 905 mm, 25 σωληνωτά στοιχεία και απόδοση 2250 kcal/ h και τα “μικρά” ύψους 905 mm, με 8 σωληνωτά στοιχεία και απόδοση 720 kcal/ h^{κλιν} (Εικόνα 160).



Εικόνα 160 : Σώματα ακτινοβολίας (αριστερά 25 και δεξιά 8 στοιχείων αντίστοιχα)

8.2.1 Εισαγωγή Παραμέτρων στο Λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Έχοντας λοιπόν πλήρως τα στοιχεία που χρειαζόμαστε από το σύστημα παραγωγής, διανομής, βοηθητικών και τερματικών μονάδων, μπορούμε να ανοίξουμε το πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ BOILER και να αρχίσουμε τη συμπλήρωση.

Γενικά στοιχεία κτηρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτηρίου: Τμήμα κτηρίου

Όνομα ιδιοκτήτη: _____

ΑΦΜ: _____

ΚΑΕΚ: _____

Α.Π. δήλωσης και κωδικός ιδιοκτησίας: _____

Ιδιοκτησιακό καθεστώς: _____

Ταχυδρομική διεύθυνση: _____

Στοιχεία επικοινωνίας υπεύθυνου: _____

Όνοματεπώνυμο: _____

Τηλέφωνο / Φαξ: _____

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: _____

Πολεοδομικό γραφείο	Έτος	Αριθμός	Έτος ολοκλήρωσης	Οικοδομική άδεια
▶				

Μονάδες παραγωγής θερμότητας

Εικόνα 161 : Γενικά στοιχεία κτηρίου που βρίσκεται ο λέβητας

Παρατηρώντας την παραπάνω εικόνα βλέπουμε πως κάτω αριστερά, βρίσκεται η εισαγωγή των μονάδων παραγωγής θερμότητας (λέβητες) που έχουμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είχαμε έναν λέβητα, οπότε και βάλαμε τον αριθμό 1. Αν είχαμε παραπάνω λέβητες θα βάζαμε τον αριθμό τους αντίστοιχα.

Υφιστάμενη κατάσταση

Μετά, πατώντας πάνω αριστερά κάτω από την επιθεώρηση λέβητα την ένδειξη *Λέβητας 1* (Εικόνα 161), θα εμφανιστούν οι καρτέλες συμπλήρωσης για την επιθεώρηση του λέβητα. Η πρώτη καρτέλα είναι τα *Καύσιμα* (Εικόνα 162), όπου εισάγεται η πληροφορία της κατανάλωσης πετρελαίου (κίνησης στη περίπτωση αυτή, λόγω της μεγάλης ισχύος) για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Στη δεύτερη καρτέλα, η οποία είναι η *Υπάρχουσα Κατάσταση* (Εικόνα 162), μετά από μία γενική οπτική επιθεώρηση και συγκέντρωση γενικών στοιχείων (όπως τιμολόγια καυσίμου, οδηγίες λειτουργίας και συντήρησης κ.λπ.) συμπληρώνεται ανάλογα.

Καύσιμα | Υπάρχουσα Κατάσταση | Λέβητας - Καυστήρας | Καπναγωγός - Καπνοδόχος | Ρυθμίσεις - Έλεγχος - Διάγνωση | Υποδ

Κατανάλωση καυσίμου Συνολική Ανά χρήση Ανά σύστημα

α/α Μονάδας:

Ετήσια κατανάλωση καυσίμου

	Κατανάλωση	It / έτος	Περίοδος κατανάλωσης	Χρήση καυσίμου
Πετρέλαιο Θέρμανσης:		It / έτος		<input checked="" type="checkbox"/> Θέρμανση
Πετρέλαιο Κίνησης:	700	It / έτος	2018	
Φυσικό Αέριο:		Nm ³ / έτος		
Υγραέριο:		Nm ³ / έτος		
Άλλο				
Πετρέλαιο Θέρμανσης:		It / έτος		<input type="checkbox"/> ΖΝΧ
Πετρέλαιο Κίνησης:		It / έτος		
Φυσικό Αέριο:		Nm ³ / έτος		
Υγραέριο:		Nm ³ / έτος		
Άλλο				

Εικόνα 162 : Καρτέλα καύσιμα

Καύσιμα	Υπάρχουσα Κατάσταση	Λέβητας - Καυστήρας	Καπναγωγός - Καπνοδόχος	Ρυθμίσεις - Έλεγχος - Διάγνωση
Διαθέσιμα Στοιχεία στο Ημερολόγιο Λεβητοστασίου <input checked="" type="checkbox"/> Οδηγίες Λειτουργίας Συντήρησης Λέβητα Καυστήρα <input type="checkbox"/> Αρχείο Φύλλων Συντήρησης – Ρύθμισης Λειτουργίας <input type="checkbox"/> Θεωρημένο Βιβλίο Καταγραφής Μετρήσεων <input type="checkbox"/> Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης <input checked="" type="checkbox"/> Τιμολόγια καυσίμου		Χωροθέτηση λεβητοστασίου - λέβητα <input type="checkbox"/> Θέση λεβητοστασίου σε εσωτερικό χώρο <input checked="" type="checkbox"/> Θέση λεβητοστασίου σε εξωτερικό χώρο <input checked="" type="checkbox"/> Ευκολία πρόσβασης στο λεβητοστάσιο <input checked="" type="checkbox"/> Ευκολία στη συντήρηση – επισκευή λέβητα		
Οπτική Επιθεώρηση <input type="checkbox"/> Διαρροή καυσαερίων <input type="checkbox"/> Διαρροή καυσίμου <input type="checkbox"/> Διαρροή νερού / ατμού / λαδιού / αέρα <input type="checkbox"/> Επαρκής θερμομόνωση λέβητα <input checked="" type="checkbox"/> Θερμομόνωση καπναγωγού χωρίς φθορές <input type="checkbox"/> Θερμομόνωση καπνοδόχου χωρίς φθορές <input checked="" type="checkbox"/> Κατάσταση λειτουργίας καπναγωγού καπνοδόχου <input type="checkbox"/> Υγροποιήσεις στην καπνοδόχο <input type="checkbox"/> Καπνοθυρίδα καθαρισμού σε λειτουργία <input type="checkbox"/> Ξεχωριστή αποχέτευση συμπυκνωμάτων (αν απαιτείται) <input checked="" type="checkbox"/> Επαρκής αερισμός λεβητοστασίου				
				<input type="checkbox"/> Διαθέσιμο δίκτυο ΦΑ

Εικόνα 163 : Καρτέλα υπάρχουσα κατάσταση

Επιθεώρηση συστήματος Λέβητα

Αφού συμπληρώσουμε τα γενικά στοιχεία του λέβητα, στην επόμενη καρτέλα *Λέβητας – Καυστήρας* (Εικόνα 164), εισάγουμε εκείνα τα στοιχεία που πήραμε από τις ταμπέλες στοιχείων του λέβητα και του καυστήρα. Κάποια στοιχεία που έμειναν ασυμπλήρωτα δεν θα επηρεάσουν την επιθεώρηση

Καύσιμα	Υπάρχουσα Κατάσταση	Λέβητας - Καυστήρας	Καπναγωγός - Καπνοδόχος	Ρυθμίσεις - Έλεγχος - Διάγνωση	Υποδείξεις
α/α Μονάδας: 1		Τελική χρήση <input checked="" type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων <input type="checkbox"/> Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) <input type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων και ΖΝΧ			
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λέβητα					
Εταιρεία Κατασκευής:		Τύπος (Μοντέλο): B		Έτος Κατασκευής: 1989 <input type="checkbox"/> Σήμανση CE	
Σειριακός Αριθμός: 7132		Ονομαστική Ισχύς: 590 (kW) 630000 (kcal/h)		Έτος Εγκατάστασης:	
<input type="checkbox"/> Λέβητας συμπύκνωσης Περιγραφή:		<input checked="" type="checkbox"/> Χαλύβδινος <input type="checkbox"/> Μαντεμένιος <input type="checkbox"/> Άλλο			
Επιδεδομένη πίεση λειτουργίας:		<input type="checkbox"/> 4 bar <input checked="" type="checkbox"/> 6 bar		Επιδεδομένη πίεση αντοχής: <input checked="" type="checkbox"/> 6 bar <input type="checkbox"/> 8 bar	
Καύσιμο σχεδιασμού:		<input checked="" type="checkbox"/> Πετρέλαιο <input type="checkbox"/> Φυσικό αέριο <input type="checkbox"/> LPG <input type="checkbox"/> Άλλο			
Θερμικό μέσο:		<input checked="" type="checkbox"/> Νερό <input type="checkbox"/> Ατμός <input type="checkbox"/> Λάδι <input type="checkbox"/> Αέρας			
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Καυστήρα					
Εταιρεία Κατασκευής: Baltur		Τύπος (Μοντέλο): BT 75 DSG		Έτος Κατασκευής:	
Σειριακός Αριθμός: 01690807		Ισχύς: 3,5 (kW) 3		Έτος Εγκατάστασης:	
<input checked="" type="checkbox"/> Πετρέλαιο <input type="checkbox"/> Φυσικό αέριο <input type="checkbox"/> LPG <input type="checkbox"/> Άλλο		<input type="checkbox"/> Ενσωματωμένος			
Παραχή καυσίμου: 75 kg/h 40		Κατηγορία: <input checked="" type="checkbox"/> Πιεστικός <input type="checkbox"/> Ατμοσφαιρικός <input type="checkbox"/> Μονοβάθμιος <input checked="" type="checkbox"/> Διβάθμιος <input type="checkbox"/> Τριβάθμιος <input type="checkbox"/> Προοδευτικής λειτουργίας		<input type="checkbox"/> Αυτομάτη φραγή του αέρα στον καυστήρα κατά την σβέση <input checked="" type="checkbox"/> Συμβατότητα λέβητα με καυστήρα	

Εικόνα 164 : Καρτέλα λέβητα – καυστήρας

Στη διπλανή καρτέλα, *Καπναγωγός – Καπνοδόχος* (Εικόνα 165) συμπληρώνονται τα στοιχεία τους και οι μετρήσεις που πήραμε από τον αναλυτή καυσαερίων. Ενδείξεις μετρητών δεν υπήρχαν και γ' αυτό τα αντίστοιχα κελιά δεν συμπληρώθηκαν.

Καύσιμα	Υπάρχουσα Κατάσταση	Λέβητας - Καυστήρας	Καπναγωγός - Καπνοδόχος	Ρυθμίσεις - Έλεγχος - Διάγνωση	Υποδείξεις
---------	---------------------	---------------------	-------------------------	--------------------------------	------------

Υλικό κατασκευής καπναγωγού: Υλικό κατασκευής καπνοδόχου:

Όδευση προς καπνοδόχο:
 Διάφραγμα ρύθμισης ελικισμού
 Αυτόματο διάφραγμα φραγής αέρα στον καπναγωγό

Διέλευση καπνοδόχου από εσωτερικό χώρο
 Βάση καπνοδόχου σε επικεκμμο σημείο
 Θυρίδα καθαρισμού

Ενδείξεις μετρητών

	Προηγούμενη	Τελευταία	<input type="checkbox"/> Nm ³	<input type="checkbox"/> t
Μετρητής Καυσίμου:	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Ωρομετρητής καυστήρα:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	hrs	
Τροφοδοσίας νερού:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m ³	
Ζεστό Νερό Χρήσης:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m ³	

Μεγέθη από ανάλυση καυσαερίων

	Πλήρες φορτίο	Θερμική φόρτιση λέβητα:		Πλήρες φορτίο	Θερμική φόρτιση λέβητα
O ₂	10,1 % (κ.ο)	<input type="text"/>	%	Ελικισμός καμινάδας:	0,18 mbar
CO ₂	7,9 % (κ.ο)	<input type="text"/>	%	Περίσσεια αέρα:	1,94 %
CO:	10 ppm	<input type="text"/>	ppm	Παροχή καυσίμου:	42 kg/h
NOx:	63 ppm	<input type="text"/>	ppm	Παροχή καυσίμου:	<input type="text"/> Nm ³ /h
Θερμοκρασία καυσαερίων:	284 °C	<input type="text"/>	°C	Πίεση αντλ. πετρελαίου:	<input type="text"/> bar
Θερμοκρασία αέρα καύσης:	<input type="text"/> °C	<input type="text"/>	°C	Πίεση λειτ. αερίου:	<input type="text"/> mbar
Βαθμός απόδοσης καύσης:	75,6 %	<input type="text"/>	%	Πίεση μπέκ αερίου:	<input type="text"/> mbar
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης:	<input type="text"/> %	<input type="text"/>	%	Θερμ. νερού λέβητα:	60 °C
Δείκτης αθάλης:	0 %	<input type="text"/>	%	Πραγματική ισχύς:	<input type="text"/> kW

Λειτουργίας λέβητα

Εικόνα 165 : Καρτέλα καπναγωγός - καπνοδόχος

Η τελευταία καρτέλα συμπλήρωσης για τα στοιχεία του λέβητα είναι η *Ρυθμίσεις – Έλεγχος – Διάγνωση* (Εικόνα 166). Εκεί παρατηρούμε πως γίνεται η τελική διάγνωση της ενεργειακής απόδοσης του λέβητα.

Καύσιμα	Υπάρχουσα Κατάσταση	Λέβητας - Καυστήρας	Καπναγωγός - Καπνοδόχος	Ρυθμίσεις - Έλεγχος - Διάγνωση	Υποδείξεις
---------	---------------------	---------------------	-------------------------	--------------------------------	------------

Θερμοστατικές ρυθμίσεις λειτουργίας λέβητα

	Πραγματική	Προτεινόμενη	Θερμοκρασία νερού δικτύου:	Πραγματική	Προτεινόμενη
Θερμοκρασία λειτουργίας λέβητα:	<input type="text" value="80"/> °C	<input type="text" value="85"/>	<input type="text" value="75"/> °C	<input type="text" value="80"/>	

Έλεγχος σωστής λειτουργίας

Λειτουργία λέβητα εντός προβλεπόμενων ορίων
 Θερμοστάτης ελέγχου λειτουργίας
 Απόκλιση λέβητα από ονομαστική ισχύ
 Θερμοστάτης ασφαλείας
 Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα

Τελική διάγνωση με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του λέβητα

Η εγκατάσταση βάσει της πραγματικής θερμικής ισχύος χαρακτηρίζεται:

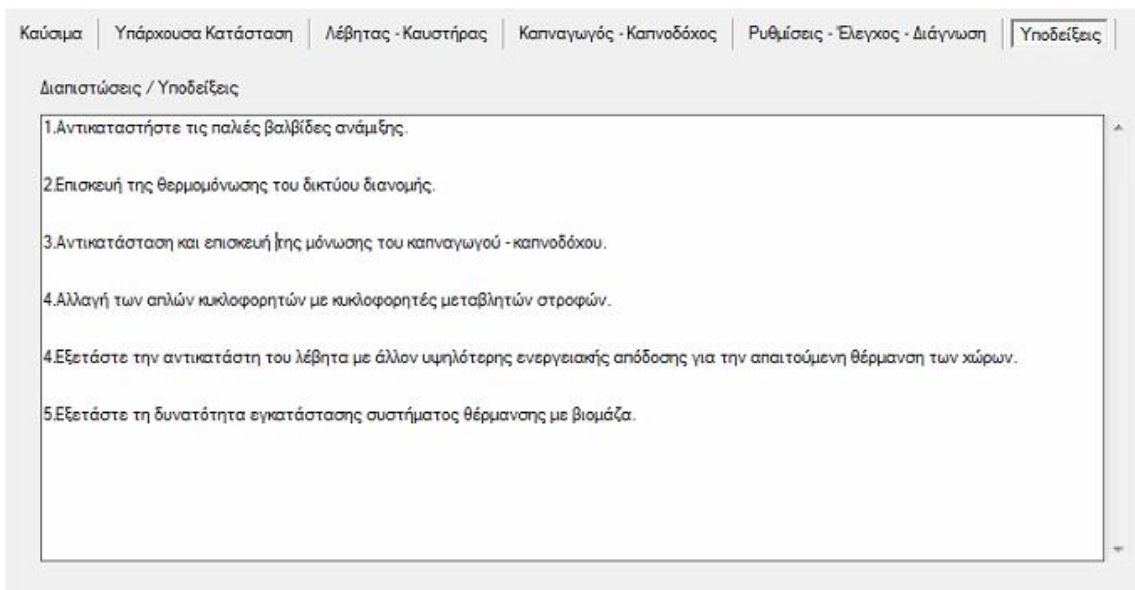
Η λειτουργία βάσει της απόδοσης καύσης χαρακτηρίζεται:

Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάστασης του λέβητα/καυστήρα χαρακτηρίζεται:

Εικόνα 166 : Καρτέλα ρυθμίσεις - έλεγχος - διάγνωση

Υποδείξεις

Όταν τελιώσουμε την εισαγωγή όλων των στοιχείων, μετακινούμαστε στην τελευταία καρτέλα, *Υποδείξεις* (Εικόνα 167). Εδώ βάση όλων των παραπάνω προτείνουμε τρόπους για τη καλύτερη απόδοση του λέβητα ή προτάσεις για ένα καλύτερο σύστημα λέβητα.



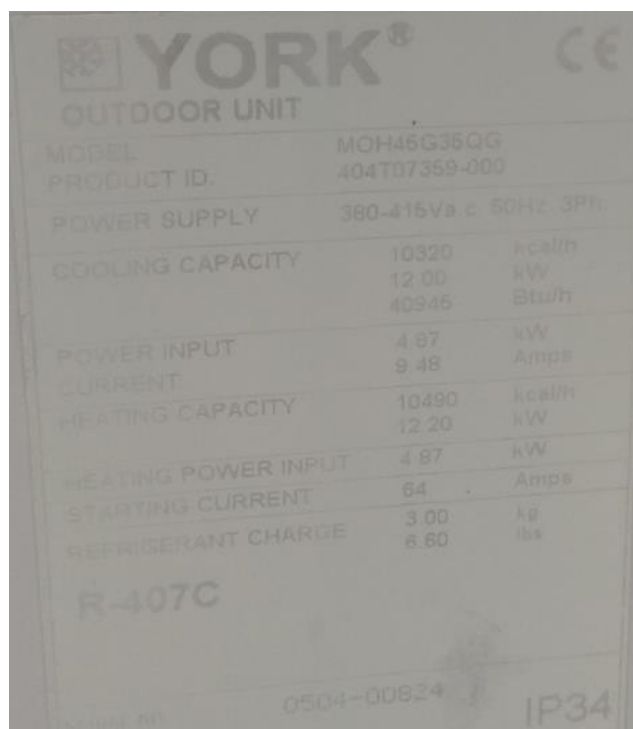
Εικόνα 167 : Καρτέλα υποδείξεις

Έτσι, όπως και με το παραπάνω παράδειγμα (8.1) αποθηκεύουμε το αρχείο xml που δημιουργήθηκε και το στέλνουμε στην αρμόδια υπηρεσία, με τα στοιχεία μας.

8.3 Κλιματισμός

Ένας συνηθισμένος τρόπος κλιματισμού (αλλά και θέρμανσης) σε ένα κτήριο με πολλαπλές αίθουσες είναι με ένα σύστημα VRV. Το σύστημα που θα μελετήσουμε βρίσκεται στο ΤΕΙ Ηρακλείου και είναι υπεύθυνο για τη θέρμανση και κλιματισμό του πολυόροφου κτηρίου διδασκαλίας.

Μετά από επίσκεψη στο χώρο που βρίσκονταν οι αντλίες θερμότητας, παρατηρήσαμε τα ταμπελάκια τους (Εικόνα 168) και πήραμε τα εξής στοιχεία, που παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 19).



Εικόνα 168 : Ταμπελάκι στοιχείων τριφασικής αντλίας θερμότητας

Από τα στοιχεία που καταγράψαμε από τα τεμπελάκια των αντλιών θερμότητας βλέπουμε πως έχουμε την δυνατότητα να υπολογίσουμε το COP και του EER. Ο τύπος υπολογισμού του COP είναι : $COP = \frac{\text{Θερμαντική Αποδιδόμενη Ισχύς}}{\text{Καταναλισκόμενη Ισχύς}}$, οπότε έχουμε για τη κάθε αντλία θερμότητας (μονοφασική και τριφασική) αντίστοιχα:

$$COP = \frac{6600 \text{ W}}{2558 \text{ W}} = 2.58 \text{ και } COP = \frac{12200 \text{ W}}{4870 \text{ W}} = 2.51$$

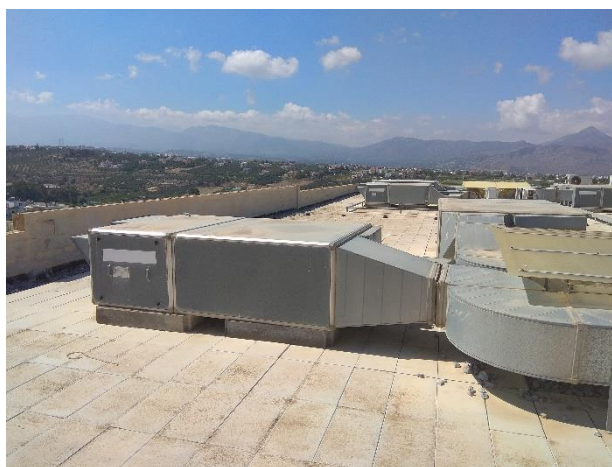
Για το EER έχουμε το τύπο υπολογισμού : : $EER = \frac{\text{Ψυκτική Αποδιδόμενη Ισχύς}}{\text{Καταναλισκόμενη Ισχύς}}$, οπότε πάλι έχουμε αντίστοιχα για κάθε αντλία θερμότητας (μονοφασική και τριφασική):

$$EER = \frac{6300 \text{ W}}{2558 \text{ W}} = 2.46 \text{ και } EER = \frac{12000 \text{ W}}{4870 \text{ W}} = 2.46$$

Πίνακας 19 : Αντλίες θερμότητας πολυόροφου κτηρίου διδασκαλίας

Αντλίες Θερμότητας	Αντλία Θερμότητας 1 (Μονοφασική)	Αντλία Θερμότητας 2 (Τριφασική)
Αριθμός μονάδων	12	50
Καταναλισκόμενη Ισχύς	2,558 kW	4,87 kW
Μέγιστο Ρεύμα	12,42 A	10,94 A
Ικανότητα Ψύξης	6,3 kW	12 ,00 kW
Ικανότητα Ψύξης	21600 Btu/ h	40945 Btu/ h
Ικανότητα Θέρμανσης	6,6 kW	12,20 kW
Ικανότητα Θέρμανσης	5675 kcal/ h	10584 kcal/ h
COP	2,58	2,51
EER	2,46	2,46

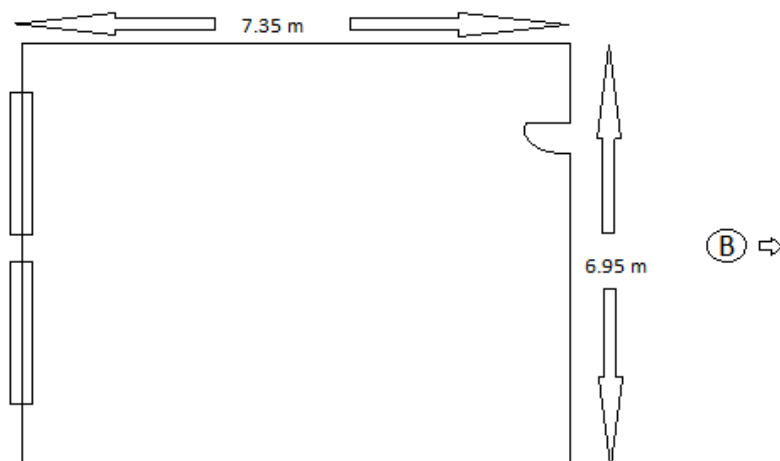
Επίσης, εκτός από τις αντλίες θερμότητας είδαμε πως υπάρχουν και 8 εξαεριστικές κεντρικές μονάδες από τις οποίες, βλέποντας το ταμπελάκι σημειώσαμε τα εξής στοιχεία: Ισχύς Κατανάλωσης: 2.6 kW, Τάση Λειτουργίας: 230 V. Οι εξαεριστικές κεντρικές μονάδες δεν θα ληφθούν υπόψη στους περαιτέρω υπολογισμούς, γιατί δεν θα γίνει επιθεώρηση του ολικού συστήματος.



Εικόνα 169 : Κεντρική εξαεριστική μονάδα

Η ενεργειακή επιθεώρηση που θα γίνει, δεν θα είναι για όλο το σύστημα (σαν κεντρική κλιματιστική μονάδα δηλαδή), αλλά μόνο για το μέρος εκείνο του συστήματος που είναι υπεύθυνο για το κλιματισμό της αίθουσας Γ2. Μετά από επίσκεψη στον ενδιαφερόμενο χώρο σχεδιάστηκε μία πρόχειρη κάτοψη με τα βασικά στοιχεία της αίθουσας (Εικόνα 170). Επιπλέον,

τα δύο ανοίγματα (παράθυρα) που είναι αριστερά έχουν πλάτος 2,56 m και ύψος 1,39 m το καθένα.



Εικόνα 170 : Κάτοψη της αίθουσας διδασκαλίας Γ2

Μετά από διαχωρισμό της συνολικής ισχύς του συστήματος VRV με τις αίθουσες του κτηρίου, βλέπουμε πως κάθε μονοφασική αντλία θερμότητας (Εικόνα 171) αντιστοιχεί σε κάθεμια από τις μεγάλες αίθουσες.



Εικόνα 171 : Συστοιχία των μονοφασικών αντλιών θερμότητας

8.3.1 Εισαγωγή παραμέτρων στο σχετικό πρόγραμμα

Αφότου πήραμε όσα στοιχεία θέλαμε για το σύστημα ψύξης και τον κλιματιζόμενο χώρο, μπορούμε να ανοίξουμε το πρόγραμμα TEE KENAK CONDITIONING και να ξεκινήσουμε την εισαγωγή δεδομένων της επιθεώρησης κλιματισμού. Ανοίγοντας το πρόγραμμα, το πρώτο που βλέπουμε είναι η εισαγωγή των γενικών στοιχείων του κτηρίου (Εικόνα 172).

Εικόνα 172 : Εισαγωγή γενικών στοιχείων κτηρίου

Κάτω από την *Εγκατάσταση Κλιματισμού*, υπάρχει το *Κτήριο – Εγκατάσταση* όπου συμπληρώνουμε στοιχεία όπως, τα τετραγωνικά του κλιματιζόμενου χώρου, η υφιστάμενη κατάσταση θερμομόνωσης κ.α. (Εικόνα 173).

Εικόνα 173 : Καρτέλα χαρακτηριστικά κτηρίου και εγκατάστασης

ΚΤΙΡΙΑ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Αριστερά και κάτω από το *Κτήριο - Εγκατάσταση*, πατάμε την ένδειξη *Σύστημα 1* και εμφανίζεται η πρώτη καρτέλα *Υφιστάμενη κατάσταση*, όπου συμπληρώνουμε όσα στοιχεία ξέρουμε για το σύστημα κλιματισμού. Κάτω αριστερά που εμφανίζεται το κελί συμπλήρωσης για τις μονάδες παραγωγής ψύξης, εισάγαμε τον αριθμό 1, επειδή για το κλιματισμό της αίθουσας είναι υπεύθυνη μία αντλία θερμότητας. Αν είχαμε παραπάνω, θα εισάγαμε τον αντίστοιχο αριθμό.

Υφιστάμενη κατάσταση | Κατανάλωση - Κατανομή δαπανών | Σύστημα διανομής | Συστήματα ελέγχου

α/α Συστήματος: 1 Μελέτη κλιματισμού Μηχανολογικά σχέδια Περιγραφή

Χρήσεις συστήματος κλιματισμού Θέρμανση Ψύξη Υγραση Αφυγραση Αερισμός

Θερμικές ζώνες: 1 Χρήσεις: 1.Κλιματισμός χώρου διδασκαλίας
2.

Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού	Θερμοκρασία (°C)		Σχετική υγρασία (%)		Αερισμός (Νωπός αέρας)	
	Χειμώνα	Καλοκαίρι	Χειμώνα	Καλοκαίρι	m ³ / άτομο	m ³ / hour
1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.

Τύπος: Μονοζωνικό Πολιζωνικό Έτος εγκατάστασης: Έτος λειτουργίας: 2018

Μονάδα παραγωγής ψύξης/θερμότητας Ψύκτες Κεντρικές Α.Θ. Τοπικές Α.Θ. VRF Multi Α.Θ. Άλλο:

Λέβητας Ηλεκτροί συλλέκτες Συμπαγωγή Τηλεθέρμανση

Υφιστάμενη Κατάσταση	Ανατολική	Νότια	Δυτική
Γειτονικά εμπόδια	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σταθερά οριζόντια	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Σταθερά πλευρικά	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εξωτερικές περιόδους	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τέντες	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Άλλο εξωτερικό	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Εσωτερικά κέρδη - Φορτία Αερισμού

Αριθμός χρηστών: 25 Εσωτερικά φορτία ατόμων (kW):

Συνολική ισχύς συστημάτων φωτισμού σε (kW): Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours):

Συνολική ισχύς συσκευών σε λειτουργία στους χώρους (kW): Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας (hours):

Αερισμός από χαλαράδες: ACH (m³ / hour) (m³ / hrs m² ανοιγμάτων)

Αερισμός από Ανεμιστήρες οροφής Ποσοστό κάλυψης χώρων (%):

Μονάδες παραγωγής ψύξης 1

Τερματικές μονάδες 0

Εικόνα 174 : Καρτέλα υφιστάμενη κατάσταση

Δεξιά της βρίσκεται η καρτέλα, Κατανάλωση – Κατανομή δαπανών (Εικόνα 175). Εδώ κανονικά πρέπει να συμπληρώσουμε την αιτήσια κατανάλωση καυσίμου (στη περίπτωση μας ηλεκτρισμός), επειδή όμως δεν βρήκαμε τα στοιχεία, δεν συμπληρώθηκε.

Υφιστάμενη κατάσταση | Κατανάλωση - Κατανομή δαπανών | Σύστημα διανομής | Συστήματα ελέγχου

Κατανάλωση καυσίμου Συνολική Ανά χρήση Ανά σύστημα

α/α Συστήματος:

Σύστημα κατανομής δαπανών: Ωρομέτρησης Θερμοδομέτρησης Μέτρησης καυσίμου BEMS

Περιγραφή:

Ετήσια κατανάλωση καυσίμου

	Κατανάλωση	Περίοδος κατανάλωσης	Τελική χρήση
Ηλεκτρισμός:	<input type="text"/> kWh / έτος	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Ψύξη χώρων
Πετρέλαιο Θέρμανσης:	<input type="text"/> lt / έτος	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Αερισμό
Πετρέλαιο Κίνησης:	<input type="text"/> lt / έτος	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Συνολικά για κλιματισμό
Φυσικό Αέριο:	<input type="text"/> Nm ³ / έτος	<input type="text"/>	
Υγραέριο:	<input type="text"/> Nm ³ / έτος	<input type="text"/>	
Άλλο	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

	Κατανάλωση	Περίοδος κατανάλωσης	
Ηλεκτρισμός:	<input type="text"/> kWh / έτος	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων
Πετρέλαιο Θέρμανσης:	<input type="text"/> lt / έτος	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Βοηθητικά
Πετρέλαιο Κίνησης:	<input type="text"/> lt / έτος	<input type="text"/>	
Φυσικό Αέριο:	<input type="text"/> Nm ³ / έτος	<input type="text"/>	
Υγραέριο:	<input type="text"/> Nm ³ / έτος	<input type="text"/>	
Άλλο	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Εικόνα 175 : Καρτέλα κατανάλωση - κατανομή δαπανών

Σύστημα Διανομής

Στην επόμενη καρτέλα, Σύστημα διανομής (Εικόνα 176) συμπληρώνουμε αντίστοιχα τα στοιχεία για το δίκτυο διανομής, μετά από οπτική επιθεώρηση.

Υφιστάμενη κατάσταση	Κατανάλωση - Κατανομή δαπανών	Σύστημα διανομής	Συστήματα ελέγχου
α/α Συστήματος: <input type="text" value="1"/>	Τύπος δικτύου: <input checked="" type="checkbox"/> Ψυκτικό ρευστό <input type="checkbox"/> Ψυχρό νερό <input type="checkbox"/> Ψυχρό/θερμό νερό Άλλο <input type="text"/>	Είδος αυτόνομης: <input type="checkbox"/> Με δίοδη ή τρίοδη ηλεκτροβάννα <input type="checkbox"/> Με ανεξάρτητο κυκλοφορητή <input type="checkbox"/> Με ανεξάρτητο ψυχοστάσιο <input type="checkbox"/> Δεν υπάρχει αυτόνομη Άλλο <input type="text"/>	
Οπτική επιθεώρηση θερμομόνωσης δικτύου	Σωλήνες σε εξωτερικούς χώρους: Επαρκής	Οπτική επιθεώρηση λειτουργίας δικτύου	%
Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους μη κλιματιζόμενους χώρους: Επαρκής	Κατακόρυφες στήλες σε κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους: Επαρκής	<input type="checkbox"/> Διαρροές στο δίκτυο	
Κατακόρυφες στήλες σε φρεάτια ή ψευδοραφές: Επαρκής	Άλλος μόνος διείσδυσης: Αεραγωγοί Μέτρια	<input checked="" type="checkbox"/> Διαβρωμένοι σωλήνες	40
		<input type="checkbox"/> Κατεστραμμένα τμήματα στο δίκτυο	
		<input type="checkbox"/> Συσσωρεύσεις αλάτων στις ενώσεις	
		<input type="checkbox"/> Αποφράξεις στο δίκτυο	
		<input type="checkbox"/> Συμπυκνώσεις σε εξωτερικούς χώρους	
		Άλλο <input type="text"/>	
Μέσο απόδοσης προς τερματικές μονάδες	<input type="checkbox"/> Νερό <input type="checkbox"/> Ψυκτικό ρευστό <input checked="" type="checkbox"/> Αέρας Άλλο <input type="text"/>		
Θερμοκρασία μέσου (°C): Προσαγωγή: <input type="text"/> Ψύξη <input type="text"/> Επιστροφή: <input type="text"/> Θέρμανση <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Εναλλάκτης	Θερμική απόδοση (%): <input type="text"/>	Περιγραφή <input type="text"/>
Δοχείο αδρανείας	<input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Θέρμανση	Χωρητικότητα (ft): <input type="text"/>	Περιγραφή <input type="text"/>
Ροή μέσου	<input type="checkbox"/> Σταθερή <input type="checkbox"/> Μεταβλητή		
Κυκλοφορητές-Αντλίες	Σταθερών στροφών	Αριθμός	Ισχύς (W)
	Ρυθμιζόμενων στροφών		Ενεργειακή Κλάση
	Ηλεκτρονικό Δρ-σταθερό		
	Ηλεκτρονικό Δρ-μεταβλητό		
Μετρούμενα μεγέθη	Πτώση πίεσης δικτύου Pa: <input type="text"/>	Παροχή ψυκτικού μέσου m³/s: <input type="text"/>	Χρόνος λειτουργίας hrs: <input type="text"/>

Εικόνα 176 : Καρτέλα σύστημα διανομής

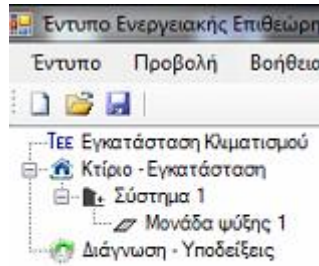
Σύστημα Ελέγχου

Τελευταία καρτέλα για το Σύστημα 1, είναι τα *Συστήματα ελέγχου* (Εικόνα 177). Εδώ συμπληρώνουμε το τρόπο που ελέγχονται τα συστήματα υπεύθυνα για το κλιματισμό του χώρου.

Υφιστάμενη κατάσταση	Κατανάλωση - Κατανομή δαπανών	Σύστημα διανομής	Συστήματα ελέγχου
α/α Συστήματος: <input type="text" value="1"/>			
Κεντρικό σύστημα ελέγχου - ρύθμιση	<input type="checkbox"/> Χρονοδιακόπτης	<input type="checkbox"/> Σύστημα αντιστάθμισης	<input type="checkbox"/> BEMS Άλλο <input type="text"/>
Σύστημα ελέγχου - ρύθμισης επιμέρους κλάδων του δικτύου θέρμανσης	<input type="checkbox"/> Απλός διακόπτης αφής/αβέσης	<input type="checkbox"/> Με αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας αέρα	
	<input type="checkbox"/> Χρονοδιακόπτης	<input type="checkbox"/> Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου	
	<input type="checkbox"/> Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου	<input type="checkbox"/> Ψηφιακός θερμοστάτης χώρου	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου	Άλλο <input type="text"/>	
Θερμοστάτης σε κάθε θερμική ζώνη	<input type="checkbox"/> Ηλεκτρομηχανικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου	<input type="checkbox"/> Με θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ηλεκτρονικός κεντρικός θερμοστάτης χώρου	<input type="checkbox"/> Με θερμοστάτες στα fan coils	
	<input type="checkbox"/> Ψηφιακός κεντρικός θερμοστάτης χώρου	<input type="checkbox"/> Χρονοδιακόπτης	
	<input type="checkbox"/> Με αντιστάθμιση και ψηφιακό αισθητήριο χώρου	Άλλο <input type="text"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Σωστή θέση θερμοστάτη			
<input type="checkbox"/> Σωστή ρύθμιση θερμοστάτη			
<input type="checkbox"/> Ρυθμιστικές βάνες στις TM			
<input type="checkbox"/> Οδηγίες λειτουργίας για τα επιμέρους συστήματα ελέγχου			

Εικόνα 177 : Καρτέλα συστήματα ελέγχου

Κάτω από το Σύστημα 1, πατάμε την ένδειξη Μονάδα ψύξης 1 (Εικόνα 178), για να συμπληρώσουμε τα στοιχεία της αντλίας θερμότητας.



Εικόνα 178 : Σύστημα 1 - Μονάδα ψύξης 1

Έτσι, εμφανίζονται δύο καρτέλες για τα στοιχεία που πρέπει να συμπληρώσουμε. Στην πρώτη καρτέλα, *Μονάδα παραγωγής ψύξης* (Εικόνα 179) εισάγουμε τα στοιχεία που σημειώσαμε από το ταμπλεάκι της αντλίας θερμότητας.

Μονάδα παραγωγής ψύξης | Υπάρχουσα κατάσταση - Τελική διάγνωση

α/α Μονάδας: 1 Κεντρική Μονάδα (δύο εφεδρική) Τελική χρήση Ψύξη χώρων Θέρμανση χώρων

Τύπος: Αέρα-νερού Πηγή θερμότητας Ηλιακή ενέργεια ΣΗΘ

Πηγή ενέργειας Ηλεκτρισμός Φυσικό αέριο Προπάνιο Ηλιακή ενέργεια Τηλεθέρμανση

Εταιρεία Κατασκευής: YORK Έτος Κατασκευής:

Τύπος (Μοντέλο): MOH26G16P Έτος Εγκατάστασης:

Σειριακός Αριθμός: 404T075014000

Ονομαστική Ισχύς: 2.558 (kW) Ψυκτική αποδοδόμενη: 6.3 (kW) 5417 (Btu/h) Θερμική αποδοδόμενη: 6.6 (kW) 5675 (Btu/h)

Ώρες λειτουργίας θερινής περιόδου: 320 (hrs) Ώρες λειτουργίας χειμερινής περιόδου: (hrs)

Ψυκτική Απόδοση: EER: 2.46 Εξωτ. Θερμ. ζ.β.: Εξωτ. Θερμ. υ.β.: Ψυκτικό ρευστό: Κατηγορημένα Freon: Σε χρήση: R407

SPF: 2.58

Θερμική Απόδοση: COP: SPF:

Θερμοκρασία ψυκτικού μέσου Προσαγωγής: (°C) Επιστροφής: (°C)

Συμπιεστές: Αριθμός:

Απόρριψη θερμότητας Τύπος συμπυκνωτή: Άλλο

Ισχύς ανεμιστήρα: (kW) Για γεωθερμικό, υδροθερμικό, ή θαλασσινού νερού εναλλάκτη Τύπος: Μήκος: (m)

Ισχύς κυκλοφορητών: Βάθος: (m) Επιφάνεια: (m²) Διατομή: (mm)

Ψυκτικό μέσο απόδοσης ψύξης προς θερματικές μονάδες Νερό Αέρας Ψυκτικό ρευστό Άλλο

Θερμοκρασία προσαγωγής: (°C) Επιστροφής: (°C)

Για τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης / θέρμανσης Κυκλοφορία αέρα: (m³ / hrs) Θερμοκρασία αέρα προσαγωγής: (°C) Θερμική Χειμερινή: (°C)

Ενεργειακή Σήμανση: A Φύλλα συντήρησης Θέση ψυκτικής μονάδας σε: Εσωτερικό χώρο Ευκολία πρόσβασης στο ψυκροστάσιο Ευκολία στη συντήρηση - επισκευή μονάδας

Εικόνα 179 : Καρτέλα μονάδας παραγωγής ψύξης

Τελική Διάγνωση

Στην τελευταία καρτέλα για τα στοιχεία της μονάδας ψύξης, *Υπάρχουσα κατάσταση – Τελική διάγνωση* (Εικόνα 180), μετά από την οπτική της επιθεώρηση εισάγουμε τους χαρακτηρισμούς ως προς την εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρηση της μονάδας.

Μονάδα παραγωγής ψύξης | Υπάρχουσα κατάσταση - Τελική διάγνωση

Διαθέσιμα Στοιχεία για την λειτουργία του συστήματος παραγωγής ψύξης

- Φύλλο εκθέτησης κατασκευαστή
- Οδηγίες Λειτουργίας - Συντήρησης μονάδας ψύξης
- Αρχείο Συντήρησης - Ρύθμισης Λειτουργίας
- Κατασκευαστικά Σχέδια Εγκατάστασης
- Τιμολόγια ενέργειας

Οπτική Επιθεώρηση

- Διαρροή ψυκτικού μέσου
- Συμπυκνώματα νερού
- Φθορές και διαβρώσεις επί της μονάδας
- Καθαριότητα της μονάδας
- Θερμομόνωση μονάδας
- Θερμομόνωση σωληνώσεων μεταφοράς ψυκτικού μέσου
- Κραδασμοί και θόρυβοι κατά την λειτουργία της μονάδας
- Θερμοστάτες ελέγχου
- Μανόμετρα ελέγχου
- Πρεσοστάτες ελέγχου
- Ηλεκτρικός πίνακας αυτοματισμών
- Ηλεκτρικά στοιχεία μονάδας
- Χωροθέτηση μονάδας
- Επαρκής αερισμός ψυκροστασίου

Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση της μονάδας

Η εγκατάσταση βάσει της ονομαστικής ψυκτικής ισχύος χαρακτηρίζεται: Πολύ Καλή ▾

Η λειτουργία βάσει της απόδοσης ψύξης χαρακτηρίζεται: Καλή ▾

Η συντήρηση βάσει της υπάρχουσας κατάστασης της μονάδας ψύξης χαρακτηρίζεται: Μέτρια ▾

Εικόνα 180 : Υπάρχουσα κατάσταση - τελική διάγνωση

Κάτω από τη Μονάδα ψύξης 1, υπάρχει η επιλογή *Διάγνωση – Υποδείξεις* (Εικόνα 178). Μετά το πέρας της επιθεώρησης εδώ συμπληρώνουμε τις υποδείξεις για καλύτερη απόδοση της μονάδας ψύξης. Στην περίπτωση μας, η κατάσταση του συστήματος ήταν καλή, οπότε δεν χρειάστηκε να γραφούν πολλές υποδείξεις.

Τελική διάγνωση - Διαπιστώσεις - Υποδείξεις

Με κριτήριο την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού

Η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται: Καλή ▾

Ο εξοπλισμός χαρακτηρίζεται: Πολύ Καλή ▾

Η λειτουργία χαρακτηρίζεται: Πολύ Καλή ▾

Η συντήρηση χαρακτηρίζεται: Μέτρια ▾

Εκτιμώμενη συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος κλιματισμού: Καλή ▾

Διαπιστώσεις / Υποδείξεις

- 1.Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος ελέγχου αντιστάθμισης.
- 2.Επισκευή των φθαρμένων μονώσεων των σωλήνων μεταφοράς του ρευστού ψυκτικού υγρού.
- 3.Τοποθέτηση ηλεκτρικού πίνακα αυτοματισμών.

Εικόνα 181 : Καρτέλα τελική διάγνωση - διαπιστώσεις – υποδείξεις

Τέλος, όπως και με τα δύο παραπάνω παράδειγματα (8.1, 8.2) αποθηκεύουμε το αρχείο kml που δημιουργήθηκε και το στέλνουμε στην αρμόδια υπηρεσία, με τα στοιχεία μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΝΟΨΗ

Για να συνοψίσουμε, η δουλειά του ενεργειακού επιθεωρητή είναι αρκετά απαιτητική. Όπως αναφέραμε παραπάνω, η ενεργειακή επιθεώρηση στα συστήματα θέρμανσης/ ψύξης μπορεί να εξοικονομήσει σημαντική ποσότητα κατανάλωσης ενέργειας. Εδώ να τονιστεί, πως η επιθεώρηση σε λέβητες άνω των 20 kW και σε ψυκτικά συγκροτήματα άνω των 12 kW είναι υποχρεωτική, όπως είπαμε και σε παραπάνω κεφάλαιο (2.2). Ο επιθεωρητής πρέπει να γνωρίζει το νομοθετικό πλαίσιο της ενεργειακής επιθεώρησης και να ενημερώνεται για τυχόν αλλαγές ή προσθήκες. Μία σημαντική αλλαγή είναι στη μεθοδολογία υπολογισμού της πραγματικής ισχύος του λέβητα (P_{gen}), όταν χρειάζεται ο επιθεωρητής να ελέγξει για υπερδιαστασιολόγηση λέβητα, όπου έγινε αλλαγή του συντελεστή 1,8 σε 2,5. Επίσης, εξίσου σημαντικές είναι και αλλαγές στον υπολογισμό του βαθμού αποδόσεως διαφόρων συστημάτων, όπως αντλίες θερμότητας και κάποια τοπικά συστήματα θέρμανσης (2.5).

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό, να γνωρίζει τρόπο λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Ειδικότερα, στη σημερινή εποχή τα συστήματα που χρησιμοποιούν ως πρωτογενή ενέργεια τον ηλεκτρισμό κερδίζουν έδαφος. Κυρίως στην κατηγορία της τοπικής θέρμανσης, λόγω της «ευκολίας» παραγωγής και απόδοσης θερμότητας στον ίδιο χώρο, όπου ανήκουν συστήματα όπως οι σόμπες χαλαζία, τα θερμαντικά πάνελ, οι θερμοσυσσωρευτές κ.α., ο επιθεωρητής είναι αναγκαίο να είναι εξοικειωμένος με αυτά.

Βέβαια, στη σημερινή εποχή η καλύτερη λύση για θέρμανση και ψύξη/ κλιματισμό είναι οι αντλίες θερμότητας (Κεφάλαιο 5). Είναι πολύ σημαντικό, ο επιθεωρητής να γνωρίζει τις διαφορές ανάλογα με τη κάθε αντλία θερμότητας που έχει να επιθεωρήσει, καθώς και τις τυπικές αποδόσεις τους (COP, EER, SCOP).

Ακόμη, εκτός από τα συστήματα παραγωγής, ο επιθεωρητής χρειάζεται να ξέρει τις διαφορές του κάθε δικτύου διανομής και τα πλεονεκτήματα/ μειονεκτήματα που αυτό έχει σε σύνδεση και με διάφορες τερματικές μονάδες. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές και στη ποσότητα αλλά και στο τρόπο της απόδοσης θέρμανσης/ ψύξης ανάλογα με τη τερματική μονάδα που υπάρχει.

Επιπλέον, ο επιθεωρητής είναι αναγκαίο να έχει στη κατοχή του ή να ενοικιάσει, τα απαραίτητα όργανα για μία διεξοδική ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων, καθώς και να ξέρει το σωστό τρόπο λειτουργίας τους. Ξεκινώντας με μέτρο/ μετροταινία, παχύμετρο, ο επιθεωρητής πρέπει να μετρήσει τις διαστάσεις του λέβητα, του μήκους του δικτύου διανομής και του πάχους μόνωσής του και να εκτελέσει ανάλυση καυσαερίων με πιστοποιημένο αναλυτή. Επιπρόσθετα, ο επιθεωρητής θα ελέγξει με τη θερμοκάμερα για τυχόν διαρροές (οι οποίες δεν θα ήταν εμφανείς στο γυμνό μάτι) είτε στο δίκτυο διανομής ή σε τερματική μονάδα, όπως ένα fan coil. Αξίζει να σημειωθεί πως, σε περίπτωση επιθεώρησης σε μέρος που χρησιμοποιούνται πολλές συσκευές συνεχούς ρεύματος, ο επιθεωρητής θα πρέπει να έχει και έναν αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας, για να εντοπίσει τυχόν διακοπτούμενες λειτουργίες ή αυξημένες καταναλώσεις που αποκρύπτουν αστοχία του συστήματος ελέγχου.

Εκτός από τα παραπάνω, ο επιθεωρητής θα ήταν καλό να είναι εξοικειωμένος με το πρόγραμμα της ενεργειακής επιθεώρησης του ΚΕΝΑΚ. Γενικά, το πρόγραμμα αυτό είναι ειδικά φτιαγμένο για να είναι εύχρηστο και βοηθάει τον επιθεωρητή στην εύκολη καταχώρηση δεδομένων και την τυχόν επεξεργασία τους. Όμως, υπάρχουν κάποια σημεία εισαγωγής, όπως η εισαγωγή της ισχύος μίας μονάδας παραγωγής, όπου ο επιθεωρητής πρέπει να προσέξει αν θα βάλει εξ' ολοκλήρου την ισχύ ή επιμερισμένη ανάλογα με τους θερμαινόμενους χώρους. Επίσης,

στην περίπτωση της ενεργειακής επιθεώρησης διαμερίσματος σε συγκρότημα, η ηλεκτρική ισχύς των βοηθητικών συστημάτων εισάγεται επιμερισμένη ανάλογα με τα χιλιοστά θέρμανσης (7.3.4).

Όταν γίνει η ενεργειακή επιθεώρηση και ο επιθεωρητής υποβάλλει τις παρατηρήσεις του για τα συστήματα θέρμανσης/ ψύξης, θα χρειαστεί να αναφέρει τρόπους βελτίωσης ή ακόμα και αντικατάστασης. Σε περίπτωση που τα συστήματα είναι μη αποδοτικά και ο ιδιοκτήτης θελήσει να εγκαταστήσει καινούργια, ο επιθεωρητής θα λάβει υπόψη του το είδος του χώρου, τις θερμικές/ ψυκτικές ανάγκες του και - το σπουδαιότερο – τα χρήματα που είναι διατεθειμένος να επενδύσει (ο ιδιοκτήτης) και να προτείνει μία ικανοποιητική λύση.

Συμπερασματικά, αν ο επιθεωρητής γνωρίζει τη σωστή διαχείριση του μενού των προγραμμάτων του KENAK και ξέρει να βγάζει τα σωστά συμπεράσματα από τα όργανα μέτρησης, η δουλειά του γίνεται σωστά και εύκολα με σημαντικά οφέλη τόσο για τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού, τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 10. Βιβλιογραφία

ⁱ Σταμάτης Δ. Περδίδος Μηχανολόγος Μηχανικό Πολυτ. Λωζάνης (E.P.F.L.) ΒΙΒΛΙΟ

ⁱⁱ <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>, 08/05/2018

ⁱⁱⁱ ΦΕΚ Τεύχος Δεύτερο, Αριθμός Φύλλου 2367, 12 Ιουλίου 2017

^{iv} ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, Α Έκδοση, Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

^v Οι αλλαγές και οι διευκρινήσεις εμπεριέχονται αναλυτικά στο ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010, Α Έκδοση, Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Όνομα pdf: ΤΟΤΕΕ-20701-1-Diefkiniseis-2-2012-final_OK

^{vi} Η Eurovent πρόκειται για έναν ανεξάρτητο Ευρωπαϊκό φορέα, ο οποίος πιστοποιεί ότι οι αποδόσεις και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προϊόντων κλιματισμού ακολουθούν τα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα και έχει δημιουργήσει έναν αληθινό οδηγό επιδόσεων των προϊόντων.

Site: <http://www.eurovent-certification.com/index.php?lg=en>

^{vii} Πτυχιακή Εργασία Κακούλλη Εμμανουήλ: Εξοικονόμηση ενέργειας σε WC κοινόχρηστων χώρων, ΤΕΙ Κρήτης/ Ηράκλειο 2017

^{viii} <https://www.skrouz.gr/c/1505/Sompes-THermastres-Petrelaiou.html><https://www.leroymerlin.gr/gr/thermansi/sobes/sobeskirozinis/?eidos=%5B%CE%A3%CF%8C%CE%BC%CF%80%CE%B1+%CE%BA%CE%B7%CF%81%CE%BF%CE%B6%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%82%5D>, 13/06/2018

^{ix} <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B6%CE%AC%CE%BA%CE%B9>, 07/01/2019

^x <https://www.in.gr/2013/01/17/greece/perivallon/ola-osa-thelete-na-mathete-gia-ta-energeiaka-tzakia/>, 08/01/2019

^{xi} https://www.bestprice.gr/cat/2459/levites/f/2598_1%7C2%7C3/pellet-ksylo-viomaza.html?q=%CE%BB%CE%B5%CE%B2%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82+%CE%BE%CF%85%CE%BB%CE%BF%CF%85+%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B5%CF%84&o=1&pg=3, 20/10/2018

https://www.skrouz.gr/c/1406/levites/f/427597_427599_427601/Pellet-viomazas-xylou.html?keyphrase=%CE%BB%CE%B5%CE%B2%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82+%CE%BE%CF%85%CE%BB%CE%BF%CF%85+%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B5%CF%84&order_by=pricevat&order_dir=asc&page=2, 18/06/2018

^{xii} <https://www.bestprice.gr/cat/2459/levites.html?q=%CE%BB%CE%B5%CE%B2%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%85&o=2>, 02/10/2018

https://www.mandishome.gr/eshop.html?category_id=0&page=shop.browse&keyword=%CE%BB%CE%AD%CE%B2%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85&limit=25&limitstart=25, 20/06/2018

^{xiii} http://www.nsamaras.gr/library/Katalogos_Samaras_2013_A4_MILE_P_NoPri.pdf, 22/06/2018

^{xiv} <http://www.nsamaras.gr/default.aspx?tab=page&CatID=3&ContentID=8>, 22/06/2018

^{xv} Πληροφορίες από AlfaTherm Αρκαλοχώρι, Ηρακλείου Κρήτης

-
- ^{xvi}http://content-mcdn.ethnos.gr/filesystem/images/20110914/low/assets_LARGE_t_420_53801706.JPG
- ^{xvii} Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κ. Τσίππρας και Σ. Θέμης, Εκδόσεις Κέρδος, Αθήνα 2005
- ^{xviii} Σιεητάνη, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Πτυχιακή Μελέτη, Αθήνα, 2008
- ^{xix} Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Χ. Κορωναίος, Διδακτικές Σημειώσεις, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Δ.Π.Μ.Σ., Αθήνα, 2012
- ^{xx} Βιομάζα και Γεωθερμία, ReeTrofit, PlaceΧανιά, 21 Μαΐου 2012
- ^{xxi} <http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/biomass/151-pellet-production-biomass-pretreatment>
- ^{xxii} http://1lyk-vyron.att.sch.gr/A1b_kaplani.pdf
- ^{xxiii} <http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/biomass/151-pellet-production-biomass-pretreatment>
- ^{xxiv} <http://thermansio.org/kentriki-thermansio/kafstires-petrelaiou-kai-aeriou/%CE%BA%CE%B1%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85-%CF%80%CF%89%CF%82-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF/>, 15/11/2018
- ^{xxv} Πτυχιακή Εργασία Πατρωνάκη Μαριλένα : Συστήματα κεντρικού κλιματισμού, ΤΕΙ Καβάλας 2012
- ^{xxvi} Πτυχιακή Εργασία Αργυρόπουλου Ιωάννη : Τεχνοοικονομική σύγκριση συστημάτων συμπαραγωγής με κινητήρα ΜΕΚ και μηχανή stirling, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο/ Τμήμα Χημικών Μηχανικών 2012
- ^{xxvii} Πτυχιακή Εργασία Πέρδικα Αθηνά/ Παπαμελετίου Γεώργιος : Συμπαραγωγή και τριπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας με έμφαση στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ΤΕΙ Κρήτης/ Χανιά 2013
- ^{xxviii} <http://www.ktirio.gr/%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CF%82/%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7/%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD>, 25/03/2019
- ^{xxix} <http://www.thermoydraulikos.gr/article.php?ID=264>, 20/11/2018
- ^{xxx} https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B1_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82, 24/12/2018
- ^{xxxi} Πτυχιακή Εργασία Παπαλαμπίδη Χρήστου : Χρήση των αντλιών θερμότητας για την κεντρική θέρμανση κτιρίων και οικονομοτεχνική σύγκριση με την χρήση λέβητα πετρελαίου (<http://digilib.teiimt.gr/jsui/bitstream/123456789/2009/1/012013159.pdf>), ΤΕΙ Καβάλας 2013
- ^{xxxii} Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Θεματική Ενότητα: ΨΕ2, Σχεδιασμός Εγκαταστάσεων Ψύξης Και Κλιματισμού Κτηρίων, Ιούνιος 2011
- ^{xxxiii} Πρόσθετες σημειώσεις για τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας, Τσικαλάκης Αντώνιος 2013 - 2014
- ^{xxxiv} Πτυχιακή Εργασία Προκόπιου Μ. Βαβουρανάκη : Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης και καταγραφής και εξαγωγή καμπύλων φορτίου του κτιρίου Επιστημών, Πολυτεχνείο Κρήτης/ Χανιά 2012
- ^{xxxv} <http://energy.reporter.com.cy/saving/article/74185/ti-einai-oi-antlies>, 05/01/2019
- ^{xxxvi} <https://thermansipress.gr/thermansio/%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82-%CE%B7-%>

[CF%80%CE%B9%CE%BF-%CF%86%CE%B8%CE%B7%CE%BD%CE%AE-%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD/#.XDMJsVwzblV](https://www.skrouz.gr/c/1408/antlies_themotitas/m/30_197_202_284_292_1800_2448/LG_or_Hitachi_or_Toshiba_or_Mitsubishi_or_Midea_or_Daikin_or_Gree.html?page=1), 07/01/2019

xxvii

https://www.skrouz.gr/c/1408/antlies_themotitas/m/30_197_202_284_292_1800_2448/LG_or_Hitachi_or_Toshiba_or_Mitsubishi_or_Midea_or_Daikin_or_Gree.html?page=1, 07/01/2019

xxviii TOTEE, Κατάρτιση Ενεργειακών επιθεωρητών Εκπαιδευτικό Υλικό, Θεματική Ενότητα 3, Μετρήσεις και Καταγραφή Δεδομένων, Ιούνιος 2011

xxix <https://www.supereverything.gr/2016/02/pos-na-metrata-me-paximetro-vernier.html>, 17/03/2019

xi https://www.skrouz.gr/c/928/aksesouar-ergaleion.html?keyphrase=%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B1&order_by=pricevat&order_dir=asc&price_max=380&price_min=50 &page=1, 25/03/2019

xii <https://www.skrouz.gr/c/1597/Diafora-Organa-Metrisis.html?keyphrase=%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B1+%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B1>, 25/03/2019

xiii Ερευνητική Εργασία μαθήματος: Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων των φοιτητών Κοϊνάκη Κώστα/ Τσερπέλη Γιώργου και Πατατανέ – Δασκαλάκη Νίκου, Θερμικές Κάμερες – Παρουσίαση/ Έρευνα Αγοράς, ΤΕΙ Κρήτης/ Ηράκλειο 2016

xiiii Π.Δ. 335/1993 Φ.Ε.Κ. 143

xlv Τσικαλάκης Αντώνιος, Σημειώσεις ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων, ΤΕΙ Ηρακλείου 2018