



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Τεχνοοικονομική μελέτη θέρμανσης κτιρίου με λέβητα πετρελαίου, φυσικό αέριο και ηλιακό συλλέκτη στις περιοχές: Κρήτη, Ζάκυνθος, Θεσσαλονίκη».

Ιωάννης Πατεράκης

Επιβλέπων καθηγητής:

ΝΙΚΟΣ ΣΑΚΚΑΣ

Φεβρουάριος 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Ενέργεια και Ευρωπαϊκή πολιτική στον τομέα της ενέργειας.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θέρμανση	
1.1 Αρχές συστημάτων θέρμανσης.....	8
1.2 Εγκαταστάσεις θέρμανσης.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τεχνική περιγραφή συστημάτων θέρμανσης	
2.1 Θέρμανση με λέβητα πετρελαίου.....	19
2.2 Θέρμανση με φυσικό αέριο.....	34
2.3 Θέρμανση με ηλιακό συλλέκτη.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Δείκτες ενεργειακής αποδοτικότητας	
3.1 Τα πρότυπα που ισχύουν.....	58
3.2 Εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων).....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου	
4.1 Χαρακτηριστικά κτιρίου, τοποθεσίας και διαστασιολόγηση.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Τεχνοοικονομική ανάλυση ανά περιοχή	
5.1 Κόστος εγκατάστασης στο Ηράκλειο Κρήτης.....	71
5.2 Κόστος εγκατάστασης στη Ζάκυνθο.....	74
5.3 Κόστος εγκατάστασης στη Θεσσαλονίκη.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Κόστος λειτουργίας και συμπεράσματα.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

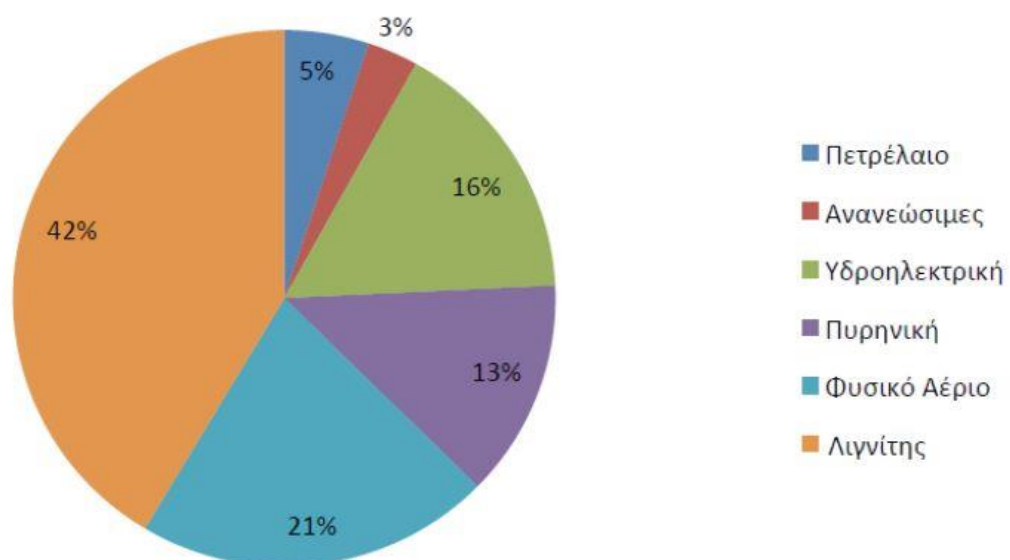
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια αποτελούσε ανέκαθεν αγαθό υψίστης σημασίας για την ανάπτυξη των κοινωνιών και την κάλυψη των αναγκών τους σε παγκόσμια εμβέλεια. Η συνεχής αύξηση στη ζήτηση κάθε μορφής ενέργειας, καθιστά το ενεργειακό ως ένα από τα σπουδαιότερα θέματα προς συζήτηση στις πολιτικές ατζέντες των ηγετών κάθε κράτους διεθνώς, αν αναλογιστούμε ότι τα αποθέματα πετρελαίου, λιθάνθρακα και φυσικού αερίου καλύπτουν τις παγκόσμιες ανάγκες για τα επόμενα 40, 200 και 70 χρόνια αντίστοιχα. ¹

Ως ενέργεια, (εν + έργο) ορίζεται η ικανότητα που έχει ένα σώμα ή ένα σύστημα να παράγει έργο, κι εμφανίζεται με τη μορφή κίνησης, ηλεκτρισμού, χημικών δεσμών ή θερμότητας. Η ενέργεια είναι μία φυσική ποσότητα, η οποία μπορεί να μετρηθεί κι έχει την ικανότητα να καθορίζει τις αλλαγές, τα φυσικά φαινόμενα και τα γεγονότα που μπορούν να συμβούν σε κάποιο σώμα ή σύστημα. Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας ², *η ενέργεια δεν δημιουργείται από το μηδέν, ούτε μπορεί να καταστραφεί ή να χαθεί, παρά μόνο να μεταβιβαστεί από ένα σώμα σε ένα άλλο, ή να μετατραπεί από μία μορφή σε μία άλλη* (π.χ. η κινητική ενέργεια να μετατραπεί σε θερμότητα). Οι αρχικές τις μορφές, όπως το αργό πετρέλαιο, ο άνθρακας, το φυσικό αέριο, το ηλιακό φως, χαρακτηρίζονται ως **πρωτογενής ενέργεια** και η μετατροπή τους σε **τελική ενέργεια**, για χρησιμοποιηθεί από τον καταναλωτή, δηλαδή ηλεκτρισμό ή καύσιμα, απαιτεί πληθώρα ενδιάμεσων σταδίων επεξεργασίας. Η οποιαδήποτε – μη καύσιμης μορφής – ενέργεια, η οποία είναι κατάλληλη για να χρησιμοποιηθεί από τον καταναλωτή χαρακτηρίζεται ως **ενέργεια τελικής**

χρήσης. Τα ενδιάμεσα στάδια επεξεργασίας της ενέργειας, γνωστά και ως **ενεργειακό σύστημα**, περιλαμβάνουν την εξόρυξη του ορυκτού δηλαδή του άνθρακα ή του πετρελαίου, τη μεταφορά του, την καύση σε μονάδες παραγωγής ενέργειας και τέλος τη διανομή της **χρήσιμης ενέργειας**, μέσω δικτύων μεταφοράς.¹

Η πλειονότητα της τελικής ενέργειας που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, αντιπροσωπεύεται από το ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο κατά μέσο όρο παράγεται από την καύση οργανικών ενώσεων, όπως οι υδρογονάνθρακες. Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1), καταγράφεται το ποσοστό και το είδος της πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD)³.



Σχήμα 1: Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ανάλογα με το καύσιμο. (www.oecd.org)

Είναι προφανές ότι το 68% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος παγκοσμίως, περιλαμβάνει την καύση οργανικών ενώσεων, η οποία με τη σειρά της απελευθερώνει υπέρογκα ποσά διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Το διοξείδιο του άνθρακα είναι από τα σημαντικότερα αέρια στην έξαρση του θερμοκηπιακού φαινομένου και σε συνδυασμό με τις διοχετεύσεις μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και μεθανίου (CH₄), εντείνουν την κλιματική αλλαγή στον πλανήτη, η οποία είναι εμφανής κυρίως την τελευταία δεκαετία. Για το λόγο αυτό η προστασία του περιβάλλοντος και οι περιορισμοί στους θερμοκηπιακούς ρύπους διαμορφώνουν την ενεργειακή στρατηγική, η οποία από το 1999 έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος στην απεξάρτησή της από τις εθνικές πολιτικές. Συγκεκριμένα το 1999 υπογράφηκαν οι πρώτες διεθνείς συμφωνίες στο πρωτόκολλο του Κυότο, για τον παγκόσμιο περιορισμό των θερμοκηπιακών αερίων μέχρι το 2012.¹

Η ευρωπαϊκή πολιτική στον τομέα της ενέργειας και της περιβαλλοντικής προστασίας προβλέπει τη **μείωση της κλιματικής αλλαγής**, την **ασφάλεια του εφοδιασμού της ενέργειας** και την **εξασφάλιση του ανταγωνισμού**. Διαμορφώνεται έτσι η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Ενέργεια με αντικειμενικό σκοπό την εξασφάλιση των εξής:

- Ασφάλεια στον ενεργειακό εφοδιασμό
- Μείωση της επιρροής στην κλιματική αλλαγή
- Ανταγωνιστικές τιμές στην ενέργεια
- Επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές
- Αντιμετώπιση των διεθνών εξελίξεων
- Αντιμετώπιση των οικονομικών εξελίξεων

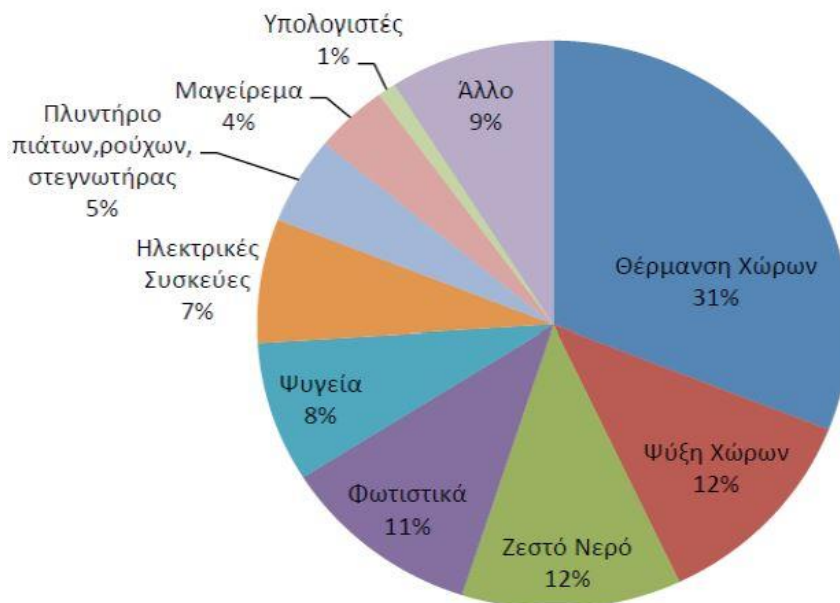
Σύμφωνα με το πρόγραμμα «ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2020», το οποίο ανακοινώθηκε το Νοέμβριο του 2010 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η επίτευξη των ενεργειακών στόχων για την Ευρωπαϊκή Κοινότητα αφορά κυρίως μια ολοκληρωμένη αγορά ενέργειας για την Ευρώπη, την εξασφάλιση μιας ασφαλούς τροφοδοσίας με πετρέλαιο, ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο σε όλα τα κράτη-μέλη, τη μείωση των θερμοκηπιακών ρύπων και κυρίως του CO₂, την αύξηση των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών, όπως και την ανάπτυξη προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ευρωπαϊκό κυρίως επίπεδο.¹ Ο στόχος του προγράμματος αποσκοπεί στην επίτευξη του 'πακέτου 20 - 20 - 20', σύμφωνα με το οποίο μέχρι το έτος 2020, τα εκπεμπόμενα θερμοκηπιακά αέρια θα πρέπει να μειωθούν κατά 20%, η διοχέτευση των ρύπων θα πρέπει εξίσου να μειωθούν κατά 20%, ενώ παράλληλα το 20% της συνολικής ενέργειας να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές.⁴

Στη χώρα μας οι αντίστοιχοι άξονες της ενεργειακής πολιτικής αφορούν στην απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου, στην αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στην ενίσχυση του υπάρχοντος συστήματος παραγωγής και διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος, σταδιακή υποκατάσταση του πετρελαίου με το φυσικό αέριο, στην ενθάρρυνση και προώθηση της ανταγωνιστικότητας και παραγωγικότητας των 'καθαρών' ενεργειακών τεχνολογιών και τέλος στην ασφάλεια του εφοδιασμού της ενέργειας και στην παροχή υψηλής ποιότητας στην καλύτερη δυνατή τιμή (value for money). Παρόλα αυτά, σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, τα ορυκτά καύσιμα όπως ο λιγνίτης και το αργό πετρέλαιο αποτελούν ακόμα και σήμερα το 86% της πρωτογενούς ενέργειας στην ελληνική επικράτεια.⁵

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΘΕΡΜΑΝΣΗ

1.1 ΑΡΧΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

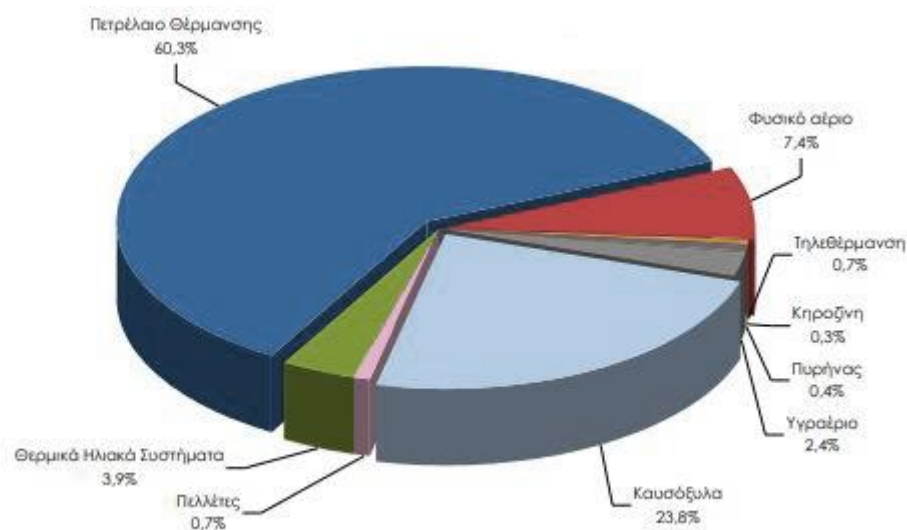
Η ενεργειακή κατανάλωση σε ένα σύγχρονο σπίτι αποδίδεται κατά κύριο λόγο στη θέρμανση και ψύξη. Σύμφωνα με έρευνα που διεξάγη το 2006 από την Εθνική Ακαδημία των Επιστημών στις ΗΠΑ, η θέρμανση, η ψύξη και το ζεστό νερό αποτελούν το 65% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1.1.1).⁶



Σχήμα 1.1.1: Οικιστική ενεργειακή κατανάλωση. (www.nationalacademies.org)

Το Σεπτέμβριο του 2012 η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) ολοκλήρωσε μια ετήσια έρευνα για την οικιστική ενεργειακή κατανάλωση, στην οποία προέκυψε πως οι θερμικές ενεργειακές ανάγκες ενός νοικοκυριού αποτελούν

το 81% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας ετησίως. Στις θερμικές ενεργειακές ανάγκες κατατάσσονται η θέρμανση χώρων, το ζεστό νερό και το μαγείρεμα και η συνολική ενεργειακή τους κατανάλωση σε ηλεκτρικό ρεύμα και πετρέλαιο θέρμανσης ανέρχονται σε 26,8% και 44,1% αντίστοιχα. ⁷ Παράλληλα, στο διάγραμμα 1.1.2 αναλύεται η ποσοστιαία κατανομή της θερμικής ενεργειακής κατανάλωσης ετησίως κατά τύπο καυσίμου, όπως δημοσιοποιήθηκε από την ΕΛΣΤΑΤ.



Σχήμα 1.1.2: Κατανομή θερμικής ενεργειακής κατανάλωσης (www.statistics.gr)

Από το σχήμα 1.1.2 συμπεραίνουμε ότι το καύσιμο που χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμική ενεργειακή κατανάλωση των ελληνικών νοικοκυριών είναι το πετρέλαιο με ποσοστό 60,3%, ενώ στη δεύτερη θέση κατατάσσονται τα καυσόξυλα με ποσοστό 23,8%. Την τρίτη και τέταρτη θέση καταλαμβάνουν το φυσικό αέριο και τα ηλιακά συστήματα με ποσοστά 7,4 και 3,9% αντίστοιχα.

Για τη θέρμανση απαιτείται ένα σύστημα παραγωγής θερμότητας, που βασίζεται σε μία καύση και χωρίζεται σε σύστημα *έμμεσης* και σύστημα *άμεσης* *θέρμανσης*. Στην περίπτωση της έμμεσης θέρμανσης τα συστήματα διαχωρίζονται ανάλογα με το μέσο της καύσης (πετρέλαιο, γεωθερμία, φυσικό αέριο, κλπ.), ανάλογα με τη θέση του θερμαντικού σώματος (οροφή, τοίχος, ενδοδαπέδια) και τέλος ανάλογα με το μέσο με το οποίο κυκλοφορεί η θερμότητα στο χώρο (νερό, λάδι, αέρας). Στην άμεση θέρμανση τα συστήματα θέρμανσης περιλαμβάνουν εστίες ανοιχτής καύσης κι έτσι οι μονάδες καύσης τοποθετούνται στο χώρο με σκοπό την τοπική αύξηση της θερμοκρασίας.

Τα συστήματα παραγωγής θερμότητας, είτε με άμεση είτε με έμμεση θέρμανση, οφείλουν να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις για να μπορούν να εγκατασταθούν και να λειτουργούν με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Οι προϋποθέσεις αυτές αφορούν τα ακόλουθα:

- Εξασφάλιση ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας στο χώρο (20-23° C).
- Εξασφάλιση της ποιότητας του αέρα εσωτερικά.
- Εγγύηση της ασφάλειας για τη ζωή.
- Μικρό μέγεθος εγκαταστάσεων και θερμαντικών σωμάτων.
- Απλότητα στη χρήση και στις ρυθμίσεις ανάλογα με την ανάγκη του χρήστη.
- Χαμηλό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος.

Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψιν τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις κατανοεί κανείς πως είναι αναγκαίο κάθε μελέτη θέρμανσης να είναι ασφαλής, περιβαλλοντικά φιλική και αποδεκτή, οικονομική και συνεχής. Για το λόγο αυτό

υπάρχουν κάποιοι κανονισμοί, τους οποίους ο μηχανικός κάθε μελέτης για εγκατάσταση θέρμανσης, οφείλει να σέβεται και να κινείται μέσα στα πλαίσια που αυτοί ορίζουν. Οι κανόνες αυτοί είναι οι εξής:

- Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός
- Ελληνικοί Νόμοι, Κανονισμοί και Διατάξεις για τις εγκαταστάσεις κάθε κατηγορίας (ΤΟΤΕΕ, ΕΛΟΤ, ΚΕΝΑΚ, ΚΕΗΕ, κλπ.)
- Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των κτιρίων ΦΕΚ Δ' 362/04.07.79
- Ευρωπαϊκοί κανονισμοί EN, Διεθνείς κανονισμοί ISO, Γερμανικοί κανονισμοί IEC, VDE, DIN, ή Αμερικάνικοι AS, για κάθε περίπτωση που δεν καλύπτεται από τα προαναφερθέντα.
- Οδηγίες κατασκευής και χρήσης από τις κατασκευαστικές εταιρείες των συστημάτων που εγκαθίστανται.⁸

Οι κανόνες αυτοί αποσκοπούν στην *ασφάλεια* της εγκατάστασης, καθώς και στην *επάρκειά* της, στην *οικονομικότητα* της κατασκευής, στην *οικολογική συνείδηση* και τέλος στη *σωστή συντήρηση*.

Η ασφάλεια παίζει πρωταρχικό ρόλο για οποιαδήποτε εγκατάσταση. Οι προδιαγραφές και τα πιστοποιητικά πρέπει να ταυτίζονται με τα ευρωπαϊκά κριτήρια και οι διαδικασίες εγκατάστασης να ακολουθούνται πιστά.

Συμπληρωματικά, η αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης είναι συνάρτηση του σωστού ελέγχου των αναγκών της κατασκευής, καθώς και της σωστής διαστασιολόγησής της. Η απλότητα στην χρήση και η επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας σε μικρό χρονικό διάστημα χαρακτηρίζουν την επάρκεια μιας εγκατάστασης.

Επιπλέον, η πρόταση του μηχανικού για την εγκατάσταση, θα πρέπει να παρέχει στον χρήστη μια ισορροπία στο αρχικό κόστος καθώς και στο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης. Μακροπρόθεσμα όμως, ο σκοπός της οικονομικότητας που προτείνει ο μηχανικός θα πρέπει να αποσκοπεί στην απόσβεση της επένδυσης.

Ακόμη, ένας σημαντικός παράγοντας είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Κάθε θερμική εγκατάσταση οφείλει να κινείται σε οικολογικά πλαίσια, χωρίς τη χρήση υλικών ή καυσίμων που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η προστασία του περιβάλλοντος μας αφορά όλους και τα μέτρα που λαμβάνονται θα γίνουν όλο και πιο αυστηρά μέσα στα επόμενα χρόνια.

Τέλος, η σωστή και συστηματική συντήρηση είναι ευθύνη του χρήστη και δεν θα πρέπει να αμελείται ή να αναβάλλεται. Η προγραμματισμένη συντήρηση και ο έλεγχος της εγκατάστασης, τουλάχιστον μία φορά το χρόνο (ΚΥΑ 10315/93 (ΦΕΚ Β' 369/24.05.93)) είναι οι μόνοι τρόποι για να αποτραπεί κάποια πιθανή αλλοίωση ή μελλοντική φθορά.

1.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης ενός κτιρίου, που έχουν το νερό ως μέσο μεταφοράς θερμικής ενέργειας, αποτελούνται από το *κυρίως σύστημα παραγωγής θερμότητας*, ένα *σύστημα μεταφοράς* της σε κύκλωμα κλειστής διαδρομής, ένα *σύστημα τοπικής θέρμανσης* (τερματικές μονάδες) στους χώρους του κτιρίου και τέλος τις *διατάξεις ασφάλειας κι ελέγχου*.

Σημείο εκκίνησης για τον υπολογισμό και την επιλογή του εξοπλισμού θέρμανσης, αποτελεί ο *θερμικός ισολογισμός*. Με το θερμικό ισολογισμό αποκαλύπτεται το μέγεθος από τις θερμικές απώλειες σε κάθε χώρο του κτιρίου, αλλά και συνολικά στην όλη εγκατάσταση, από το σύστημα παροχής θερμότητας, μέχρι και τις τερματικές μονάδες. Αναλυτικότερα μία μελέτη θέρμανσης με νερό ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Επιλογή της θέσης, του μεγέθους και του είδους των τερματικών μονάδων.
- Σχεδίαση της διαδρομής του κυκλώματος των σωληνώσεων τροφοδοσίας των σωμάτων θέρμανσης.
- Καθορισμός του είδους και της διατομής των σωληνώσεων, συνδυαστικά με την εκτίμηση της απώλειας λόγω τριβής για τη ροή και την επιλογή του κυκλοφορητή.
- Επιλογή της θέσης του λεβητοστασίου καθώς και των διαστάσεών του, της διαδρομής καπνοδόχου, και της πλήρωσης του δοχείου διαστολής με νερό.
- Επιλογή του μεγέθους της μονάδας παραγωγής θερμότητας, του τύπου της και των κύριων τεχνικών της χαρακτηριστικών.
- Καθορισμός της συνθήκης λειτουργίας της μονάδας παραγωγής θερμότητας, τη θέση και το είδος των οργάνων ενδείξεων, αυτοματισμών και ρυθμίσεων.
- Μελέτη τοποθέτησης μηχανημάτων και των λοιπών στοιχείων στο λεβητοστάσιο.

- Υπολογισμός της κατανάλωσης του καυσίμου καθώς και εκλογή της θερμικής του ισχύος.
- Σχεδιασμός του ηλεκτρολογικού κυκλώματος.
- Προδιαγραφή και εκλογή των συστημάτων ασφαλείας.
- Προεκτίμηση (3 προσφορές) της δαπάνης για τον εξοπλισμό, τις συσκευές, τα υλικά και την εργασία για την εγκατάσταση του συστήματος θέρμανσης.
- Σύνταξη της τεχνικής περιγραφής.
- Σύνταξη του αναλυτικού προϋπολογισμού καθώς και του χρονοδιαγράμματος για την ολοκλήρωση της κατασκευής.

Ωστόσο, ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται όταν πρόκειται για το σχεδιασμό και την τοποθέτηση εγκατάστασης φυσικού αερίου. Η εξασφάλιση μιας οικονομικώς αποδεκτής διάρκειας ζωής για την εγκατάσταση οφείλει να ικανοποιεί τουλάχιστον τις βασικές απαιτήσεις σύμφωνα με το Π.Δ. 334/1994 (Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας στην οδηγία 89/106/ΕΟΚ και την ΚΥΑ 15233/91). Παράλληλα, όλα τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση του φυσικού αερίου, δηλαδή αγωγοί, σωλήνες, φρεάτια, εξαρτήματα, σύνδεσμοι και λοιπά, επιβάλλεται να είναι κατάλληλα για χρήση φυσικού αερίου, που σημαίνει επάρκεια στη μηχανική τους αντοχή, επάρκεια στην ευστάθεια, καθώς και αντιπυρική επάρκεια, για περιορισμό του κινδύνου δημιουργίας ή και εξάπλωσης φωτιάς και αναθυμιάσεων στο κτίριο. Πιο συγκεκριμένα η μελέτη για την εγκατάσταση θέρμανσης με φυσικό αέριο προβλέπει το σχεδιασμό της *εσωτερικής εγκατάστασης* του αερίου, δηλαδή το σύνολο των συστημάτων, εγκαταστάσεων, σωληνώσεων και εξαρτημάτων, από το σημείο εισόδου δηλαδή της σύνδεσης με την εξωτερική παροχή, έως το

σημείο εξόδου της εγκατάστασης για την απαγωγή των καυσαερίων. Αναλυτικότερα, η εσωτερική εγκατάσταση προβλέπει τον σχεδιασμό των εξής:

1) *Συσκευές αερίου*: Ανάλογα με την τροφοδοσία του αέρα της καύσης και την απαγωγή των καυσαερίων, διακρίνονται σε συσκευές τύπου Α, Β και C, ενώ ανάλογα με τη δυνατότητα χρήσης για λειτουργία με αέρια διακρίνονται σε κατηγορίες I, II και III (Απόφαση Αρ. Δ3/Α/11346).

Επιπλέον ανάλογα με το σκοπό της χρήσης τους διακρίνονται σε:

- i. *Αερολέβητας αερίου*, όπου η θέρμανση των χώρων γίνεται με φορέα τον αέρα.
- ii. *Αντλία θερμότητας αερίου*, κατά την οποία η θέρμανση του χώρου ή του νερού χρήσης γίνονται από την εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων.
- iii. *Λέβητας αερίου*, συσκευή στην οποία το νερό θέρμανσης θερμαίνεται με αέριο.
- iv. *Θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας*, συσκευή αερίου, κατά την οποία θερμαίνεται το νερό θέρμανσης και ανακυκλοφορεί.

2) *Χώροι εγκατάστασης των συσκευών αερίου*: Πρόκειται για το χώρο στον οποίο τοποθετούνται οι συσκευές του αερίου. Ο χώρος αυτός εξαρτάται κυρίως από τη συνολική θερμική ισχύ, των συσκευών αερίου κατηγοριοποιείται σε χώρο για τιμές ισχύος μέχρι 35 KW και 35 έως 50 KW. Για τιμές άνω των 50 KW, ως χώρος εγκατάστασης ορίζεται το λεβητοστάσιο, που προϋποθέτει ειδικές κτιριακές προδιαγραφές.

3) *Εγκατάσταση των σωληνώσεων*: Αναφέρεται στο δίκτυο των εξωτερικών και εσωτερικών σωληνώσεων της εσωτερικής εγκατάστασης, το οποίο αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- i. Κεντρική αποφρακτική διάταξη, η οποία βρίσκεται εξωτερικά του κτιρίου και ανήκει στην εταιρεία παροχής αερίου.*
- ii. Κύρια αποφρακτική διάταξη, που τοποθετείται στον τροφοδοτικό αγωγό και αποφράσσει με αέριο την τροφοδοσία.*
- iii. Ρυθμιστής πίεσης, ο οποίος αποτελείται από μια συσκευή που ρυθμίζει την πίεση στις σωληνώσεις που ακολουθεί.*
- iv. Βαλβίδα πυροπροστασίας, η οποία έχει τη δυνατότητα να φράζει τη ροή του αερίου, όταν η θερμοκρασία υπερβεί την τιμή ασφαλείας.*
- v. Μονωτικό στοιχείο, ένα στοιχείο για την άρση της θερμικής αγωγιμότητας μιας σωλήνωσης.*
- vi. Αγωγός τροφοδοσίας, τμήμα του αγωγού της εσωτερικής εγκατάστασης που βρίσκεται μεταξύ του σημείου σύνδεσης με το σημείο εισόδου της εγκατάστασης και του αγωγού της εσωτερικής διακλάδωσης.*
- vii. Αγωγός εσωτερικής διακλάδωσης, ο οποίος τροφοδοτεί τη συσκευή αερίου και βρίσκεται μεταξύ του αγωγού τροφοδοσίας και της διάταξης της σύνδεσης με τη συσκευή.*
- viii. Αγωγός σύνδεσης της συσκευής, που αποτελεί το συνδετικό κρίκο μεταξύ της σύνδεσης στη συσκευή αερίου και του εξαρτήματος σύνδεσης με τη συσκευή.*
- ix. Μηχανική σύνδεση, κατά την οποία η στεγανότητα του αερίου επιτυγχάνεται με συμπίεση.*

- x. *Κοχλιωτή σύνδεση*, κατά την οποία η στεγανότητα επιτυγχάνεται μέσα σε σπειρώματα με την επαφή των μεταλλικών επιφανειών με τη χρήση υλικού για στεγανοποίηση.
 - xi. *Φλαντζωτή σύνδεση*, ο τρίτος τύπος σύνδεσης κατά τον οποίο η στεγανότητα επιτυγχάνεται μέσω συμπίεσης παρεμβύσματος ανάμεσα στις επιφάνειες δύο φλαντζών.
 - xii. *Αγωγός ασφαλείας*, ο οποίος αποτελεί το μέσο απαγωγής αερίου εξωτερικά προς το ύπαιθρο, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
 - xiii. *Παροχετευτικός αγωγός*, ο οποίος αποτελεί το τμήμα του αγωγού από την κεντρική σωλήνωση μέχρι το σημείο της σύνδεσης.
 - xiv. *Προστατευτικός σωλήνας*, όπου μέσα του διέρχεται ο αγωγός του αερίου.
 - xv. *Διάταξη έκλυσης*, η οποία αποτελεί μία βοηθητική διάταξη για την εγκατάσταση ή την αδρανοποίηση του δικτύου των σωληνώσεων.
 - xvi. *Σιφώνιο*, το εξάρτημα για την αποστράγγιση, που συνδέεται στο χαμηλότερο σημείο μιας σωλήνωσης.
 - xvii. *Βαλβίδα σεισμικής προστασίας*, όπου πρόκειται για μια αυτόματη αποφρακτική διάταξη που διακόπτει την παροχή του αερίου σε περίπτωση ισχυρής σεισμικής δόνησης.
 - xviii. *Γείωση*, η οποία εξασφαλίζει πως τα μεταλλικά στοιχεία των αγωγών σε συνδυασμό με τα μεταλλικά μέρη του κτιρίου τοποθετούνται υπό το ίδιο ηλεκτρικό δυναμικό.
- 4) *Εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων*: αναφέρεται στην διάταξη της εγκατάστασης για την απαγωγή των καυσαερίων εξωτερικά προς το

ύπαιθρο, που αποτελείται από τον καπναγωγό και την καπνοδόχο. Η καπνοδόχος είναι ορθογωνικής ή κυκλικής διατομής, διέρχεται εσωτερικά ή εξωτερικά του κτιρίου καταλήγοντας στη στέγη ή στην ταράτσα και χρησιμεύει αποκλειστικά για να απάγει τα καυσαέρια των συσκευών της εγκατάστασης.

5) *Αερισμός χώρου*: Κάθε εγκατάσταση φυσικού αερίου προβλέπει τον αερισμό του χώρου στον οποίο τοποθετείτε. Ο αερισμός είναι είτε άμεσος, δηλαδή απευθείας από την ατμόσφαιρα, είτε έμμεσος δηλαδή με σύστημα μόνιμου εξαερισμού με αεραγωγό και ανεμιστήρα. Ο αερισμός του χώρου μπορεί να περιλαμβάνει εξαρτήματα, όπως μια θυρίδα αερισμού τοποθετημένη συνήθως στην πόρτα ή το παράθυρο του χώρου.

Εν κατακλείδι, ανεξάρτητα με το μέσο παραγωγής και μεταφοράς της θερμότητας, οι συνιστώμενες συνθήκες για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων θέρμανσης προβλέπουν θερμοκρασία 20° C στους κυρίως χώρους μιας οικίας, 22 - 24° C για τους χώρους των λουτρών και 15° C στους προθαλάμους, σύμφωνα με την Τ.Ο 2425 του ΤΕΕ. Τέλος, για τις περιπτώσεις που η θέρμανση περιλαμβάνει τη χρήση κλιματισμού, τότε λαμβάνοντας υπόψιν τα ποσοστά της υγρασίας που είναι 30 – 50% το χειμώνα, η επιθυμητή θερμοκρασία θα πρέπει να κυμαίνεται στους 22° C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

2.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ο καυστήρας ή λέβητας πετρελαίου είναι το σημαντικότερο τμήμα της εγκατάστασης θέρμανσης στο λεβητοστάσιο, που έχει ως καύσιμη ύλη το πετρέλαιο και προσδίδει στο νερό που κυκλοφορεί στις σωληνώσεις την παραγόμενη θερμότητα από την καύση. Οι καυστήρες πετρελαίου διακρίνονται σε *χαλύβδινους* και *μαντεμένιους*, ανάλογα με το υλικό της κατασκευής τους.

- *Χαλύβδινος καυστήρας*: πολύ ανθεκτικός σε απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας, ελαφρύς και αρκετά οικονομικός. Η διάρκεια ζωής του φτάνει μέχρι και τα 30 χρόνια
- *Χυτοσίδηρος καυστήρας*: Μεγάλο του χαρακτηριστικό είναι η ανθεκτικότητά του σε συνθήκες διάβρωσης και το γεγονός ότι μπορούν να συναρμολογηθούν απευθείας στο λεβητοστάσιο, καθιστώντας έτσι τη μεταφορά τους αρκετά εύκολη, εφόσον γίνεται τμηματικά. Πλεονέκτημα επίσης είναι και μια μελλοντική αύξηση της απόδοσής του, λόγω του ότι είναι συναρμολογούμενος και μπορεί μελλοντικά να προστεθούν επιπλέον στοιχεία. Το μόνο μειονέκτημα που παρουσιάζει είναι η ιδιέταιρη ευαισθησία του στις απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας και γι' αυτό το λόγο χρίζουν προστασίας.

Ακόμη ένας διαχωρισμός στους καυστήρες γίνεται σε τρεις (3) επιπλέον κατηγορίες, ανάλογα με την προσαγωγή κι ανάμιξη του πετρελαίου και του αέρα κατά την καύση. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες:

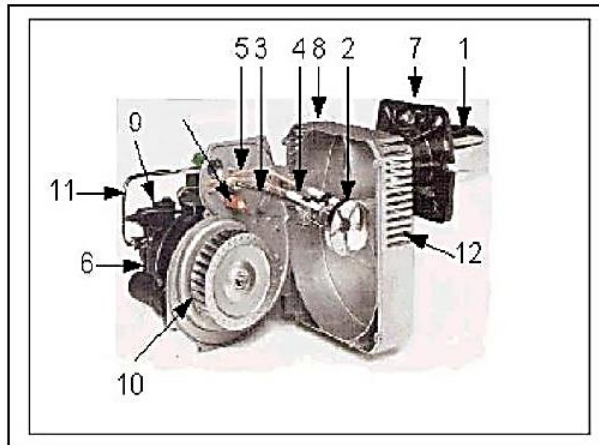
- *Καυστήρας φυγοκεντρικός:* Πρόκειται για τον καυστήρα στον οποίο το εισερχόμενο πετρέλαιο φυγοκεντρίζεται και εκτινάσσεται στην εστία του καυστήρα ακτινικά. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται συχνότερα από αυτούς τους καυστήρες είναι το μαζούτ, ενώ η μέγιστή τους ισχύς φθάνει και τα 400 kW. Να σημειωθεί ότι ισχύς ορίζεται ως η μέγιστη δυνατή κατανάλωση καυσίμου (πετρελαίου) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του καυστήρα.
- *Καυστήρας εξάτμισης:* Ο καυστήρας εξάτμισης έχει τη δυνατότητα να ενώνει το καύσιμο, δηλαδή το πετρέλαιο, με το οξυγόνο που είτε βρίσκεται στην ατμόσφαιρα, είτε διοχετεύεται στο σημείο της καύσης από κάποιο ανεμιστήρα.
- *Καυστήρας διασκορπισμού:* Ένας από τους πιο διαδεδομένους καυστήρας, ο οποίος ονομάζεται έτσι, λόγω του ότι διασκορπίζει το καύσιμο. Υπάρχει δυνατότητα να συμπιέσουν το καύσιμο με μικρή πίεση έως 7 bar (μη πιεστικοί καυστήρες) και με μεγάλη πίεση από 10 έως 20 bar (πιεστικοί καυστήρες). Στην περίπτωση του καυστήρα διασκορπισμού το καύσιμο αντλείται απ' την αντλία κι έπειτα πιέζεται στο ακροφύσιο (μπεκ), όπου και διαχωρίζεται σε μικρά σωματίδια (σταγονίδια) κι ενώνεται με τον αέρα για να πραγματοποιηθεί η καύση.

Ένας ακόμη διαχωρισμός στους καυστήρες γίνεται με βάση της βαθμίδες συμπίεσης και τα στάδια της καύσης. Έτσι ο τελευταίος διαχωρισμός διακρίνει έναν καυστήρα σε μονοβάθμιο, σε καυστήρα δύο βαθμίδων και τέλος σε πολυβάθμιο. Στον τομέα της θέρμανσης έχουν κατά κύριο λόγο καθιερωθεί οι καυστήρες διασκορπισμού και συγκεκριμένα οι πιεστικοί καυστήρες διασκορπισμού. Αυτό γιατί οι μη πιεστικοί καυστήρες κρίθηκαν αντισυμβατικοί και ρυπογόνοι, λόγω της ατελής καύσης του πετρελαίου. Η ατελής καύση του πετρελαίου ήταν αποτέλεσμα του άτονου διασκορπισμού του καυσίμου, συνδυαζόμενο με την αδυναμία για παραπάνω πίεση στο διοχετευόμενο οξυγόνο. Οι καυστήρες υψηλής πίεσης με μονοφασικό κινητήρα έχουν ισχύ έως 350.000 Kcal/h, ενώ είθισται οι καυστήρες με μεγαλύτερη ισχύ να είναι τριφασικοί. Τα βασικά μέρη του λεβητοστασίου εξής:

- Λέβητας
- Καυστήρας
- Δοχείο διαστολής
- Boiler
- Κυκλοφορητής
- Πίνακας ελέγχου
- Ηλεκτροβάνες

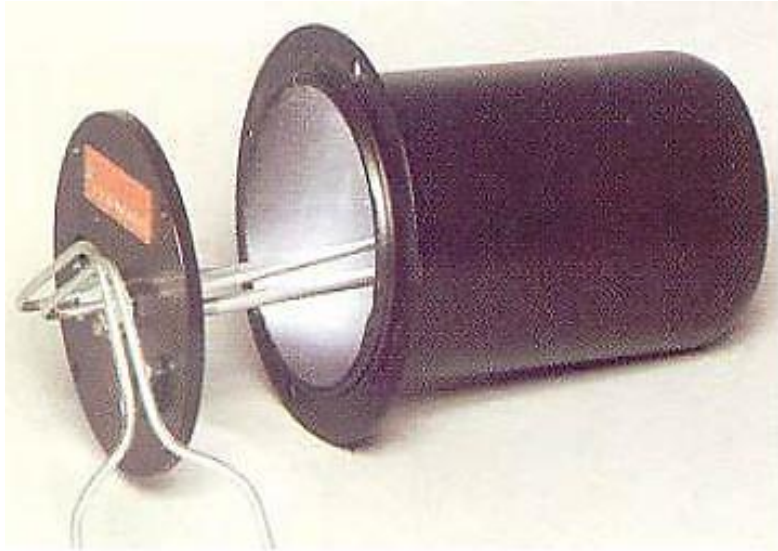
Στο σχήμα 2.1.1 καταγράφονται τα τμήματα που αποτελείται ένας καυστήρας διασκορπισμού υψηλής πίεσης, ενώ παρακάτω αναλύονται κατά αύξοντα αριθμό.⁹

1. Κεφαλή ή μπούκα ή φλογοσωλήνα.
2. Στροβιλιστής ή αναμικτήρας .
3. Ράβδος μπεκ.
4. Ηλεκτρόδια ανάφλεξης.
5. Καλώδια υψηλής τάσης.
6. Κινητήρας.
7. Φλάντζα στήριξης
8. Κορμός ή σώμα
9. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα..
10. Ανεμιστήρας ή φτερωτή.
11. Σωληνάκι πετρελαίου .
12. Αναρρόφηση αέρα.



Σχήμα 2.1.1: Τμήματα καυστήρα διασκορπισμού υψηλής πίεσης

Φλογοκεφαλή: Κεφαλή ή αλλιώς μπούκα ή φλογοσωλήνας ονομάζεται το εξάρτημα που τοποθετείται στον κορμό του καυστήρα και σ αυτήν οδηγείται ο αέρας που εισάγει ο ανεμιστήρας. Μέσα στην κεφαλή είναι προσαρμοσμένη η φλογοκεφαλή, στην οποία βρίσκονται το μπεκ, η ράβδος του μπεκ, ο δισκορπιστήρας και τα ηλεκτρόδια.



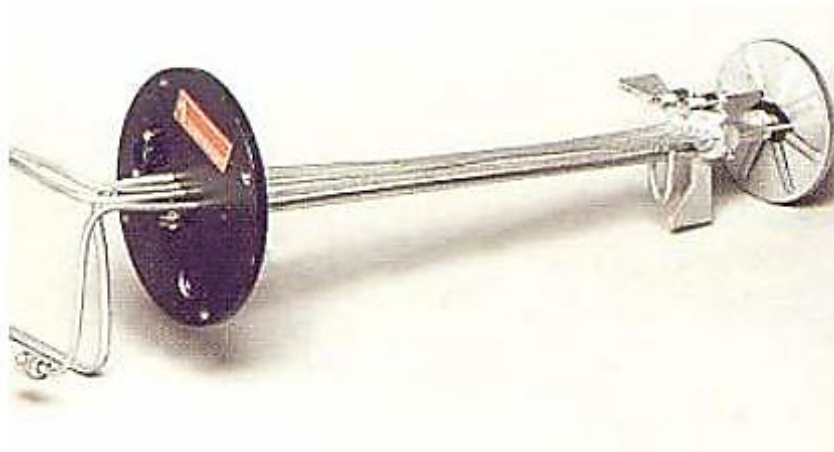
Εικόνα 2.1.2: Το εξάρτημα της φλογοκεφαλής

Στροβιλιστής: Στροβιλιστής ή αλλιώς αναμεικτήρας ή διασκορπιστήρας, όπως προαναφέρθηκε είναι το εξάρτημα που βρίσκεται μέσα στην μπούκα και αναμειγνύει το οξυγόνο με το νέφος του καύσιμου (πετρελαίου) για την επίτευξη της τέλει καύσης. Ο στροβιλιστής φέρει λοξές εγκοπές, έτσι ώστε ο εισερχόμενος αέρας να υφίσταται μια έντονη περιδίνηση. Στη σελίδα που ακολουθεί αποτυπώνεται φωτογραφικά (Εικόνα 2.1.3) το εξάρτημα του στροβιλιστή



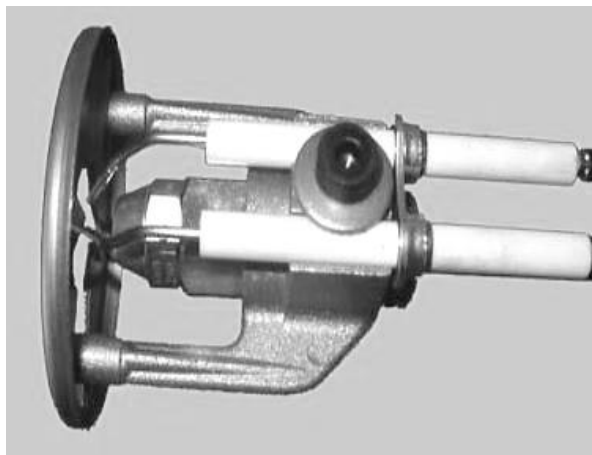
Εικόνα 2.1.3: Το εξάρτημα του στροβιλιστή

Ράβδος του μπεκ: Η ράβδος μπεκ, ή αλλιώς σωλήνας πετρελαίου, ονομάζεται ο χάλκινος σωλήνας στον οποίο βρίσκεται ο προσαρμογέας του μπεκ στο ένα του άκρο και φέρει θηλυκό σπείρωμα στο οποίο βιδώνει το μπεκ κι ένα σπείρωμα συνήθως 3/8 '' για να υποδεχθεί το σωλήνα που μεταφέρει το πετρέλαιο απ' την αντλία. Κατά μήκος της μπούκας βρίσκεται ένα σύστημα με το οποίο μετακινείται η ράβδος μπεκ. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα να ρυθμιστεί η ποσότητα του *κεντρικού αέρα* που θα περάσει μέσα απ' τον στροβιλιστή καθώς και η ποσότητα του *περιφερειακού αέρα* που θα διοχετευτεί γύρω απ' αυτόν. Τέλος στη ράβδο του μπεκ βρίσκεται και το σύστημα που συγκρατεί τα ηλεκτρόδια ανάφλεξης καθώς και τον στροβιλιστή. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 2.1.4) στην επόμενη σελίδα, αποτυπώνεται ο σωλήνας του πετρελαίου.



Εικόνα 2.1.4: Ο σωλήνας πετρελαίου

Ηλεκτρόδια ανάφλεξης: Τα ηλεκτρόδια ανάφλεξης ή αλλιώς ηλεκτρόδια έναυσης, ή σπινθηριστές ή αναφλεκτήρες κατασκευάζονται από ανοξείδωτο ατσάλινο σύρμα με αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και τοποθετούνται υπό γωνία 45° ή 60° . Περιβάλλονται από πορσελάνινη μόνωση και η τοποθεσία τους πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (Ούτε πολύ μακριά, ούτε πολύ κοντά στο μπεκ). Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2.1.5) απεικονίζονται τα ηλεκτρόδια στηριζόμενα στην πορσελάνινη μόνωσή τους.

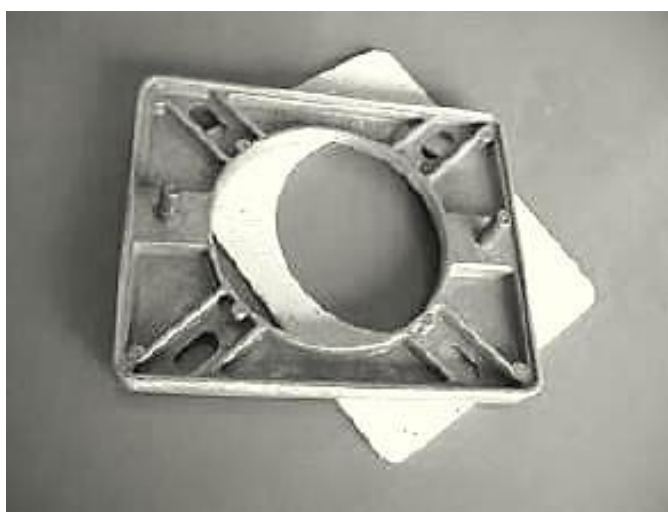


Εικόνα 2.1.5: Ηλεκτρόδια ανάφλεξης

Καλώδια υψηλής τάσης: Τα καλώδια αυτά είναι κατασκευασμένα από χάλκινα σύρματα με πολύ ισχυρή μόνωση. Συνδέουν τα ηλεκτρόδια με το μετασχηματιστή, μεταφέροντας ρεύμα υψηλής τάσης.

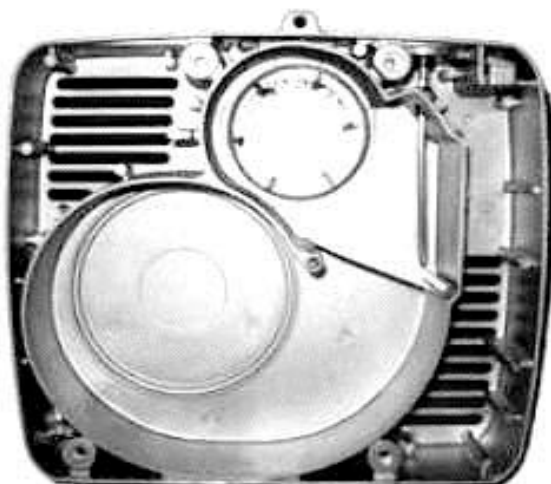
Κινητήρας: Ο κινητήρας του καυστήρα, είτε μονοφασικός είτε τριφασικός, είναι κινητήρας που λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα. Κατηγοριοποιείται ανάλογα με την ισχύ του και των στροφών ανά λεπτό, ενώ η λειτουργία του είναι να κινεί τον ανεμιστήρα του αέρα και την αντλία του πετρελαίου όπου και συνδέεται μέσω πλαστικό κόμπλερ. Ο μονοφασικός κινητήρας είναι εξοπλισμένος με πυκνωτή εκκίνησης, ενώ αντίθετα ο τριφασικός κινητήρας εξοπλίζεται συνήθως με θερμικά προστατευμένο ρελέ.

Φλάντζα στήριξης: Πρόκειται για μια μεταλλική πλάκα κατασκευασμένη συνήθως από χυτό αλουμίνιο, η οποία στηρίζει την κεφαλή πάνω στον κορμό του καυστήρα. Στο σημείο της επαφής της φλάντζας με τον κορμό του καυστήρα βρίσκονται δύο ακόμη φλάντζες αμιάντου για να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη στεγανότητα.



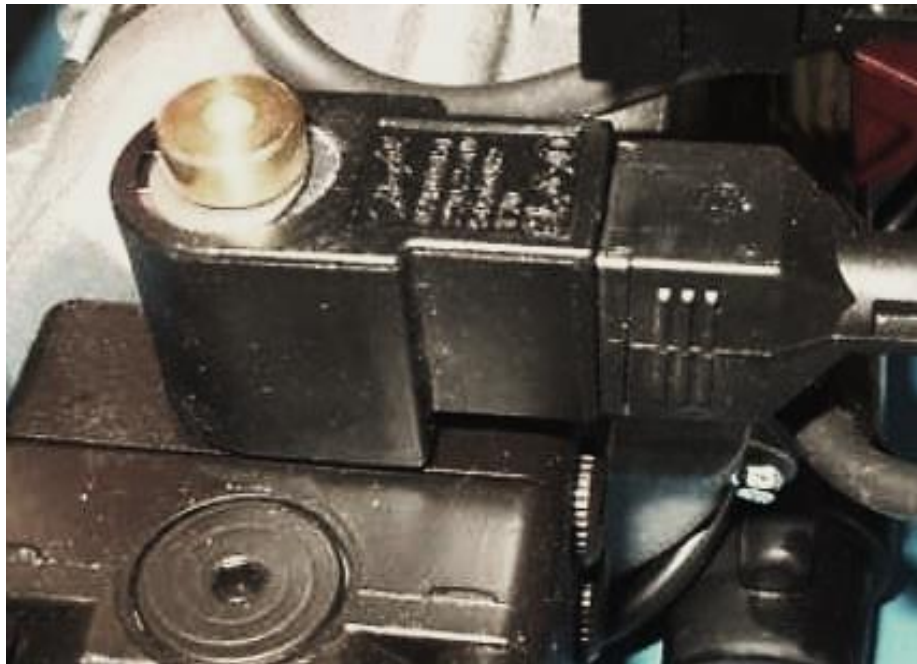
Εικόνα 2.1.6: Φλάντζα στήριξης

Κορμός ή σώμα: Αποτελεί το κέλυφος της φτερωτής (ανεμιστήρα) και την επιφάνεια στήριξης διαφόρων μικρο-εξαρτημάτων. Ο σχεδιασμός του κορμού είναι υψίστης σημασίας λόγω της διαμόρφωσης του σχήματος του εσωτερικού του, στο οποίο στροβιλίζεται ο αέρας που μπαίνει στην μπούκα.



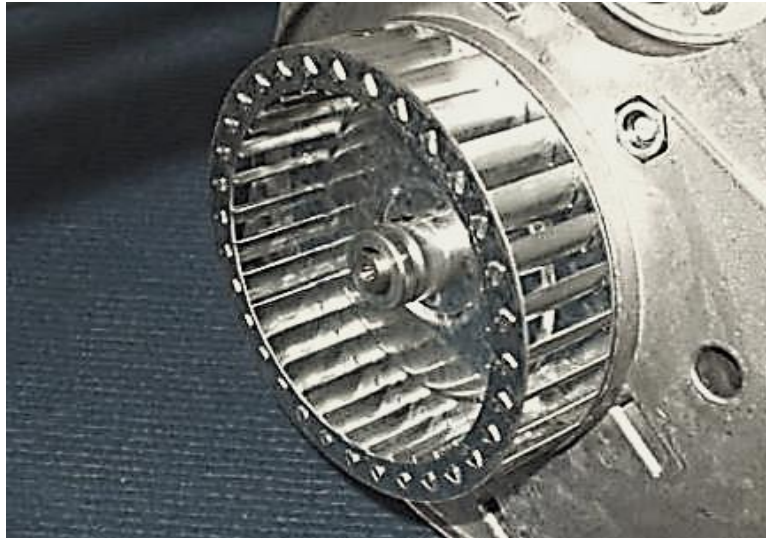
Εικόνα 2.1.7: Κορμός του καυστήρα

Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πετρελαίου: Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πετρελαίου έχει τη δυνατότητα της διακοπής της παροχής πετρελαίου στο μπεκ την ώρα που ο καυστήρας δεν λειτουργεί. Είναι ενσωματωμένη στο σωλήνα του πετρελαίου και βρίσκεται μεταξύ μπεκ και αντλίας πετρελαίου. Όταν πραγματοποιείται η εκκίνηση του κινητήρα η βαλβίδα ανοίγει με κάποια χρονοκαθυστέρηση, έτσι ώστε ο κινητήρας να μπορεί να περιστρέφεται με πλήρης στροφές και ο λέβητας να έχει ήδη αεριστεί. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 2.1.8) στην επόμενη σελίδα, αποτυπώνεται το εξάρτημα της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, τοποθετημένο πάνω στην αντλία του πετρελαίου.



Εικόνα 2.1.8: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πετρελαίου

Ανεμιστήρας καυστήρα: Ο ανεμιστήρας ή εναλλακτικά φτερωτή του καυστήρα έχει την ιδιότητα να διοχετεύει την απαιτούμενη ποσότητα αέρα για την καύση του πετρελαίου, μέσω της μπούκας. Ο ανεμιστήρας καυστήρα είναι στερεωμένος στον άξονα του κινητήρα και είθισται να είναι φυγοκεντρικού τύπου κυρίως στους καυστήρες υψηλής πίεσης. Ακόμα, ο ανεμιστήρας είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία πίεσης στο θάλαμο καύσης, για την υπερνίκηση των αντιστάσεων του καυστήρα. Η πίεση αυτή ονομάζεται *κατάθλιψη του καυστήρα*, και είναι κατά 20% ισχυρότερη από την αντίθλιψη των αντιστάσεων του καυστήρα. Στην επόμενη σελίδα αποτυπώνεται και φωτογραφικά (Εικόνα 2.1.9) ο ανεμιστήρας του καυστήρα.



Εικόνα 2.1.9: *Ανεμιστήρας καυστήρα*

Μετασχηματιστής καυστήρα: Ο μετασχηματιστής του καυστήρα μετατρέπει την τάση του ρεύματος από τα 220V σε ρεύμα τάσης 10.000V, έτσι ώστε να δημιουργηθεί σπινθήρας στα ηλεκτρόδια και να αναφλεχτεί το μίγμα πετρελαίου και αέρα.

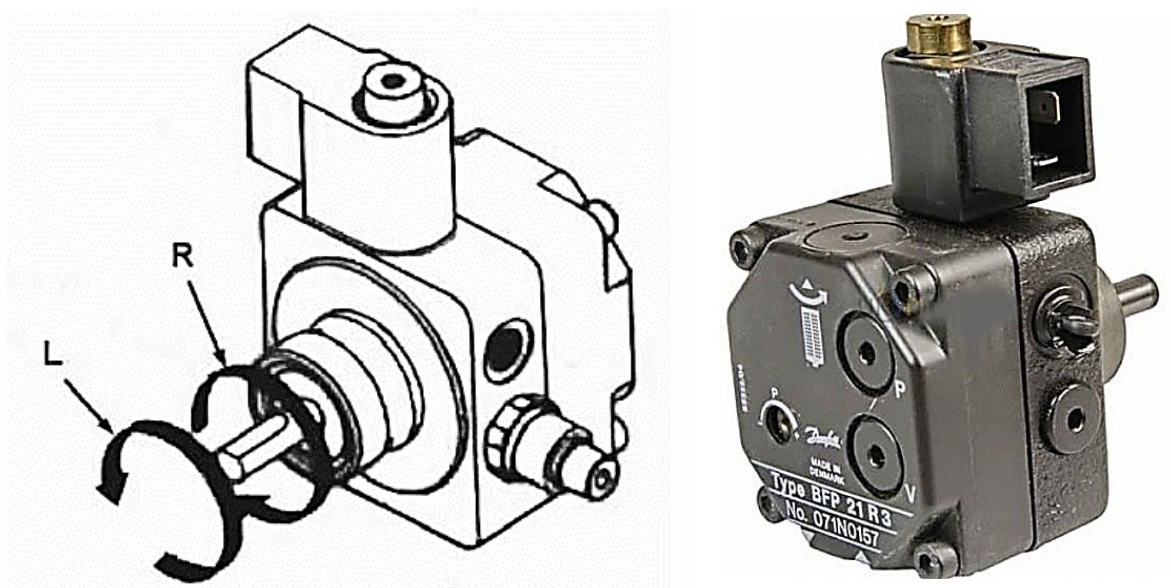


Εικόνα 2.1.10: *Μετασχηματιστής καυστήρα*

Αντλία πετρελαίου: Αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα στο σύστημα παροχής καυσίμου σε ένα καυστήρα πετρελαίου θέρμανσης υψηλής πίεσης. Η αντλία πετρελαίου φέρει συνήθως γρανάζια και συνδέεται μέσω ενός πλαστικού κόμπλερ αντλίας με τον κινητήρα. Ο ρόλος της αντλίας είναι πολύ σημαντικός για την ομαλή λειτουργία του καυστήρα και αφορά τα ακόλουθα:

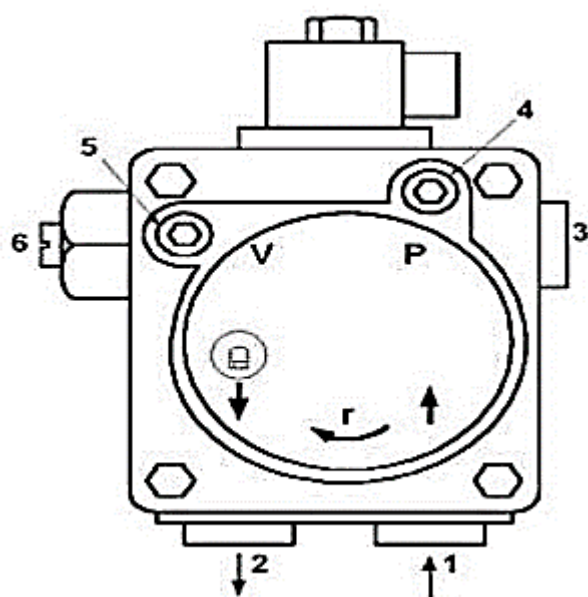
- 1) Φιλτράρισμα του πετρελαίου.
- 2) Αύξηση πίεσης καυσίμου (10 – 14 bar) για επιθυμητό διασκορπισμό.
- 3) Άντληση καυσίμου από τη δεξαμενή.
- 4) Επιστροφή περισσευούμενου καυσίμου στη δεξαμενή.

Η διαφορά στο ύψος που μπορεί να έχει η τοποθέτηση της αντλίας από της δεξαμενής εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη διάμετρο των σωληνώσεων του πετρελαίου καθώς και από το μήκος τους. Συνήθως η δεξαμενή τοποθετείται μεταξύ 3,5 και 4 μέτρων από τη στάθμη του εδάφους.



Εικόνα 2.1.11: Αντλία πετρελαίου ¹⁰

Κάθε αντλία πετρελαίου αποτελείται από τις υποδοχές που αναλύονται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 2.1.12):



- 1) Υποδοχή εισαγωγής πετρελαίου
- 2) Υποδοχή επιστροφής πετρελαίου
- 3) Υποδοχή παροχής πετρελαίου στο μπεκ
- 4) Υποδοχή για εφαρμογή μανομέτρου
- 5) Υποδοχή για εφαρμογή υποπίεσομέτρου
- 6) Υποδοχή ρυθμιστή πίεσης

Σχήμα 2.1.12: Υποδοχές αντλίας πετρελαίου

Συνοπτικά, σε κάθε αντλία είτε αριστερόστροφη είτε δεξιόστροφη υπάρχει ένα βέλος υπόδειξης της φοράς περιστροφής. Η εξαέρωση της αντλίας γίνεται από την υποδοχή του μανομέτρου, ξεβιδώνοντας τη βίδα με την ένδειξη P. Στο κάτω μέρος από το καπάκι της αντλίας βρίσκεται το φίλτρο του πετρελαίου, το οποίο πρέπει να καθαρίζεται κατά τη διάρκεια της συντήρησης της αντλίας. Σε αντλίες τύπου Damfoss το φίλτρο του πετρελαίου βρίσκεται σε ξεχωριστή υποδοχή. Τέλος η αντλία περιλαμβάνει την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα του πετρελαίου που αναφέρθηκε σε προηγούμενες σελίδες καθώς και μια βαλβίδα για τη ρύθμιση της πίεσης, η οποία γυρνώντας δεξιόστροφα αυξάνει την πίεση του πετρελαίου, ενώ αριστερόστροφα τη μειώνει.

Κύκλωμα αυτοματισμού του καυστήρα: Ο 'εγκέφαλος' του καυστήρα ή αλλιώς ο προγραμματιστής, ο οποίος συμβάλει στο συντονισμό των συστημάτων του καυστήρα καθώς και στην ασφαλή του λειτουργία. Πιο αναλυτικά συμβάλει στην ομαλή λειτουργία του ανεμιστήρα, της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, του συστήματος ανάφλεξης του πετρελαίου και του συστήματος ελέγχου μέσω του φωτοκύτταρου.



Εικόνα 2.1.13: Ο 'εγκέφαλος' του καυστήρα

Μπεκ ψεκασμού: Σκοπός του μπεκ ψεκασμού, ή αλλιώς ακροφύσιο, είναι να ψεκάζει την εστία καύσης του λέβητα με πετρέλαιο. Συγκεκριμένα συμβάλει στη μετατροπή του πετρελαίου σε λεπτά σταγονίδια για την καλύτερη ανάμειξη με τον αέρα, έτσι ώστε να γίνει ομοιογενές το μείγμα πετρελαίου και αέρα. Επιπλέον καθορίζει το μέγεθος και τη μορφή της φλόγας σε συνδυασμό

με την οδήγηση του αέρα και τέλος καθορίζει την παροχή του καυσίμου, προσδιορίζοντας έτσι την ισχύ του καυστήρα.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες μπεκ ψεκασμού και τυποποιούνται με βάση τη γωνία ψεκασμού του πετρελαίου σε μοίρες, τον τρόπο κατανομής των σταγονιδίων στον κώνο ψεκασμού (συμπαγής και ημισυμπαγής) και τέλος με βάση την παροχή πετρελαίου σε γαλόνια ανά ώρα (USG/h) για πίεση καυσίμου ίση με 7 bar.



Εικόνα 2.1.14: Μπεκ ψεκασμού πετρελαίου

Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας φλόγας: Το φωτοκύτταρο ή αλλιώς φωτοαντίσταση, που προαναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να κοιτά προς τη φλόγα στην εστία της καύσης (βλέπει φως σε περιοχή από 400 έως 800 nm). Το θειούχο κάδμιο που περιέχεται στο φωτοκύτταρο έχει την ιδιότητα να παρουσιάζει μικρή αντίσταση στο φως, ενώ αντίθετα να αυξάνεται η αντίστασή του στο σκοτάδι. Ο ρόλος του

στον καυστήρα είναι να επιτηρεί τη φλόγα της καύσης και να 'ενημερώνει' τον 'εγκέφαλο' του καυστήρα για την παραμικρή δυσλειτουργία, όσων αφορά τη λειτουργία του καυστήρα.



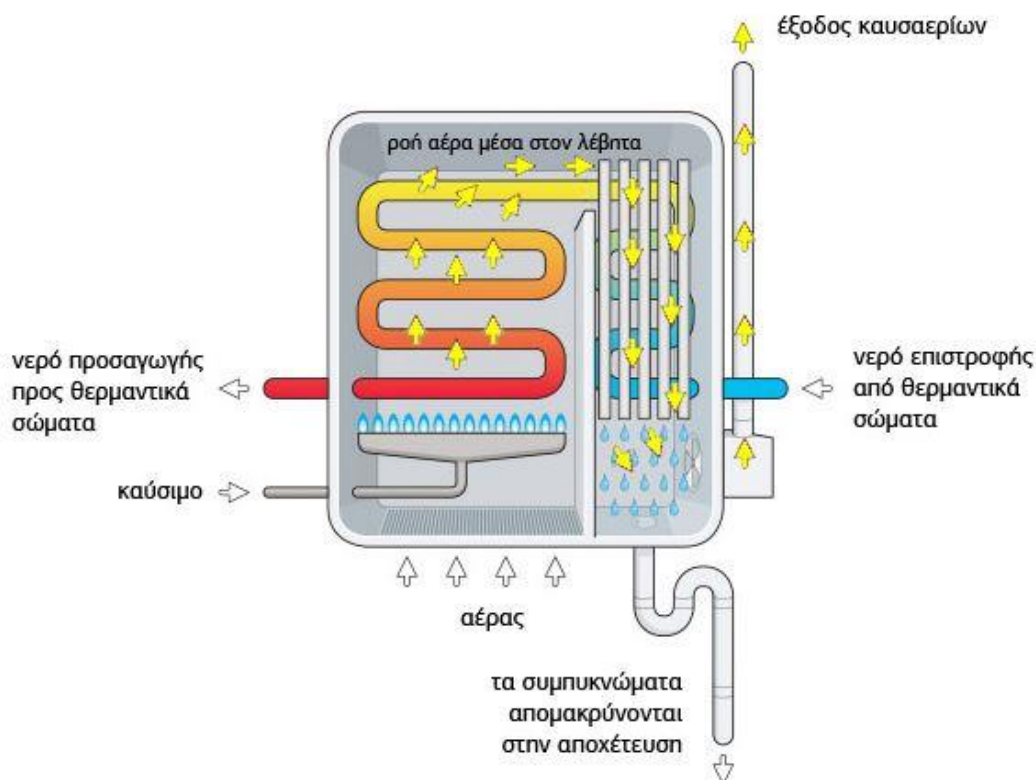
Εικόνα 2.1.15: Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας φλόγας

2.2 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο αποτελεί το χαμηλότερο σε ρύπους και καθαρότερο καύσιμο, σε σχέση με τις υπόλοιπες επιλογές συμβατικών καυσίμων. Το βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο (CH_4), με κατά όγκο σύσταση άνω του 85%, καθώς και σημαντικές ποσότητες αιθανίου (C_2H_6) με κατά όγκο σύσταση 5 με 15%. Στη σύσταση του φυσικού αερίου συνυπάρχουν σε μικρότερες ποσότητες το προπάνιο (C_3H_8), το βουτάνιο (C_4H_{10}), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το άζωτο (N_2), το ήλιο (He), το υδρογόνο (H) και τέλος το υδρόθειο (H_2S).¹¹ Η καύση του φυσικού αερίου σε σύγκριση με την καύση άλλων καυσίμων είναι λιγότερο επιβλαβής και σύμφωνα με την εταιρεία 'Φυσικό Αέριο Αττικής' η μείωση των ρύπων από την καύση του φυσικού αερίου στην

Αττική ανέρχεται στους 210.000 τόνους διοξειδίου του άνθρακα, γεγονός που ισοδυναμεί με 30% αύξηση στη δασική έκταση της Αττικής.

Στην περίπτωση της θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου, δεν απαιτείται επιπλέον δεξαμενή καυσίμου, όπως στην περίπτωση του λέβητα πετρελαίου. Ο τρόπος λειτουργίας του λέβητα φυσικού αερίου είναι ίδιος με αυτόν του λέβητα πετρελαίου, με μόνη διαφορά στην καύσιμη ύλη. Η θερμοκρασία των παραγόμενων καυσαερίων από την καύση του αερίου θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 180 και 200 °C για το επιθυμητό αποτέλεσμα της συμπύκνωσής τους.



Εικόνα 2.2.1: Απλοποιημένο σχέδιο λέβητα φυσικού αερίου ¹²

Οι καυστήρες φυσικού αερίου διακρίνονται σε 3 βασικές κατηγορίες σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 2421: *Ατμοσφαιρικοί καυστήρες, Καυστήρες αερίου με φουσητήρα, Καυστήρες διπλού καυσίμου*. Παράλληλα, όμως, οι καυστήρες αερίου διακρίνονται και σε υποκατηγορίες ανάλογα με τη φλόγα, τη διαμόρφωση της φλόγας, την προσαγωγή του αέρα, την πίεση του αερίου και τέλος ανάλογα με τον αυτοματισμό της καύσης. Συγκεκριμένα οι υποκατηγορίες διακρίνονται ως εξής:

1) Ανάλογα με την φλόγα:

- Καυστήρας με φωτεινή φλόγα
- Καυστήρας δίχως φλόγα
- Καυστήρας Bunsen

2) Ανάλογα με τη διαμόρφωση της φλόγας

- Καυστήρας ενιαίας φλόγας
- Καυστήρας ομάδας φλογών οριζόντιας ή κατακόρυφης διάταξης
- Καυστήρας ομάδας φλογών σε διάταξη δακτυλίου

3) Ανάλογα με την προσαγωγή του αέρα

- Καυστήρας φυσικού ελκυσμού (ατμοσφαιρικοί)
- Καυστήρας με φουσητήρα (πιεστικοί)

4) Ανάλογα με την πίεση του αερίου

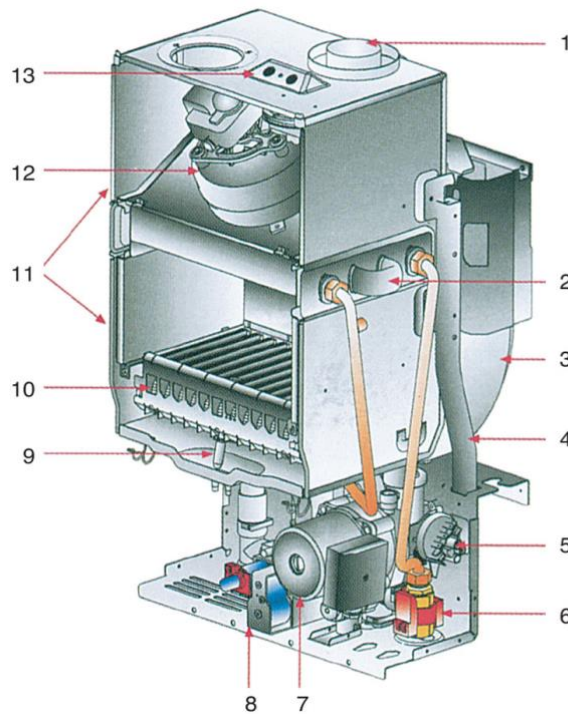
- Καυστήρας υψηλής πίεσης (0,5 – 3 bar)
- Καυστήρας χαμηλής πίεσης (5 – 10 mbar)

5) Ανάλογα με τον αυτοματισμό της καύσης

- Χειροκίνητος καυστήρας
- Ημιαυτόματος καυστήρας

- Αυτόματος καυστήρας

Στις μέρες μας οι πιο διαδεδομένοι καυστήρες φυσικού αερίου είναι οι *πιεστικοί καυστήρες*, οι οποίοι είναι επίτοιχοι και εξοπλισμένοι με φουσητήρα του αέρα της καύσης και τοποθετούνται πάνω στους λέβητες της κεντρικής θέρμανσης. Το σώμα ή κορμός του καυστήρα είναι κατασκευασμένο από χυτό αλουμίνιο συνήθως και διαιρούμενο για ευκολότερη συντήρηση. Για την καύση του φυσικού αερίου δεν γίνονται οι διαδικασίες αεριοποίησης καυσίμου, όπως στην περίπτωση του καυστήρα πετρελαίου.



Εικόνα 2.2.2: Επίτοιχος λέβητας αερίου υψηλής πίεσης ¹³

Τα κύρια μέρη που αποτελείται ο καυστήρας φυσικού αερίου είναι παρόμοια με αυτά του καυστήρα πετρελαίου και είναι τα εξής:

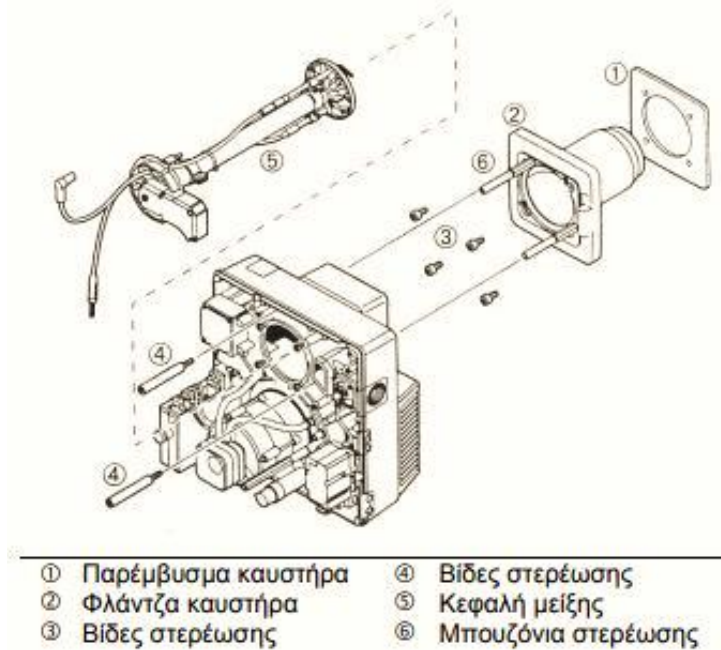
- 1) Υποδοχή αγωγών, προσαγωγής αέρα, απαγωγής καυσαερίων
- 2) Εναλλάκτης της θερμότητας
- 3) Δοχείο διαστολής
- 4) Πλαίσιο
- 5) Πιεσοστάτης του νερού
- 6) Ροοστάτης του νερού
- 7) Κυκλοφορητής με αυτόματο εξαεριστικό
- 8) Βαλβίδα φυσικού αερίου
- 9) Ηλεκτρόδιο ανάφλεξης και ανιχνευτής φλόγας
- 10) Καυστήρας
- 11) Θάλαμος καυσαερίων
- 12) Ανεμιστήρας απαγωγής καυσαερίων
- 13) Μετρητής βαθμού απόδοσης

Παράλληλα, ο πιεστικός καυστήρας φυσικού αερίου είναι εξοπλισμένος με *κεφαλή καύσης με φλογοσωλήνα και αναμικτήρα αερίου – αέρα, ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα του φυσικού αερίου, ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της φλόγας, πιεσοστάτη του φυσικού αερίου, καθώς και πιεσοστάτη του αέρα.*

Όπως και στον καυστήρα πετρελαίου η *κεφαλή καύσης* είναι εφοδιασμένη με ένα ακροφύσιο, όπως το μπεκ, στο οποίο υπάρχουν οπές για την εκροή του φυσικού αερίου. Η διαμόρφωση της κεφαλής γίνεται με βάση δύο αρχών σχεδίασης:

- 1) *Τέλεια προανάμειξη αερίου – αέρα*, κατά την οποία η φλόγα έχει γαλάζιο χρώμα κατά την καύση.

2) *Μερική προανάμειξη αερίου – αέρα*, κατά την οποία η φλόγα έχει λευκό χρώμα κατά την καύση και είναι ακτινοβολούσα.



Εικόνα 2.2.3: Τοποθέτηση κεφαλής σε πλήρως αυτοματοποιημένο πιεστικό καυστήρα αερίου ¹⁴

Σε περίπτωση αντικατάστασης του καυστήρα πετρελαίου με έναν καυστήρα φυσικού αερίου, η καλύτερη επιλογή τείνει προς την προτίμηση λευκής φλόγας, για την αποφυγή απώλειας της ισχύος του λέβητα καθώς και τη χαμηλό βαθμό απόδοσής του. Αυτό γίνεται γιατί η γαλάζια φλόγα δεν είναι ακτινοβολούσα, με αποτέλεσμα η θερμότητά της να μην απορροφάται από το λέβητα, αλλά να απομακρύνεται προς την καπνοδόχο μέσω των φλογοσωληνών.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αερίου έχει την ικανότητα να διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα, σε περίπτωση βλάβης. Με τις δύο θέσεις ρύθμισης που διαθέτει, έχει ακόμη τη δυνατότητα, όπως κάθε βαλβίδα αερίου, αφενός να

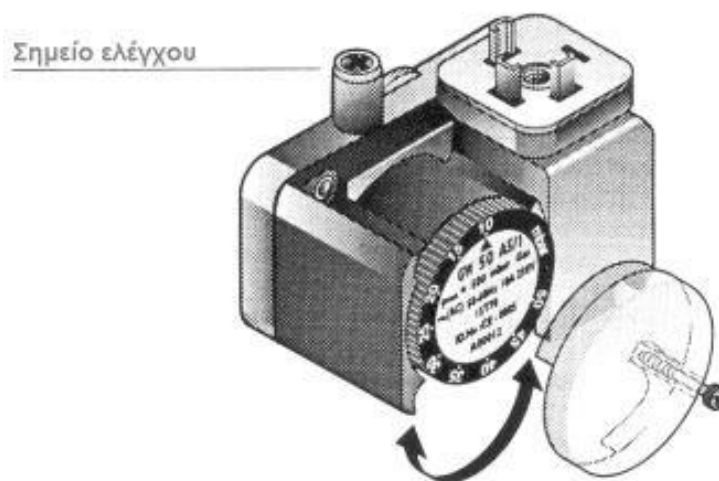
ρυθμίζει την ποσότητα του τροφοδοτούμενου αερίου προς τον καυστήρα και αφετέρου να ξεκινά τη φάση της έναυσης με παροχή 10 έως 40% της πλήρους παροχής, για την επίτευξη ομαλής έναυσης.



Εικόνα 2.2.4: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αερίου ¹⁵

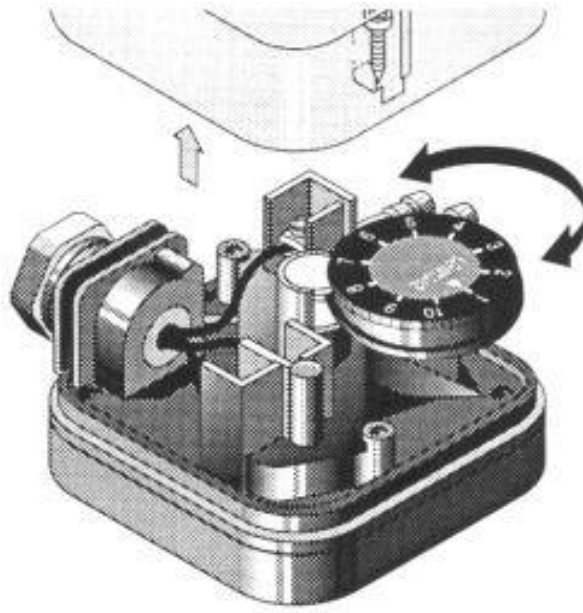
Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της φλόγας, είναι το αντίστοιχο φωτοκύτταρο του καυστήρα πετρελαίου. Ο ρόλος του είναι καθοριστικός για την ομαλή και ασφαλή λειτουργία του καυστήρα και είναι εξοπλισμένο είτε με φωτοκύτταρο υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) κυρίως σε καυστήρες δύο καυσίμων, είτε με ηλεκτρόδιο για τον έλεγχο ύπαρξης ιονισμού. Στην περίπτωση του ηλεκτρόδιου και εφόσον το ηλεκτρόδιο βρίσκεται μέσα σε φλόγα, υπάρχει αγωγιμότητα, η οποία προκαλεί ρεύμα τάσεως 5μΑ. Το ηλεκτρόδιο έχει ευαισθησία ανταπόκρισης σε ρεύμα τάσεως τουλάχιστον 1μΑ. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει ροή ρεύματος, το ηλεκτρονικό σύστημα παύει τη λειτουργία του καυστήρα και απαιτείται χειροκίνητη επανέναρξη της διαδικασίας της ανάφλεξης.

Πριν το αέριο φτάσει στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, υπάρχει ένα σημείο ελέγχου της πίεσής του. Αν η πίεση στο δίκτυο είναι αρκετά χαμηλή, ο *πιεσοστάτης του αερίου* διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα.



Εικόνα 2.2.5: Πιεσοστάτης αερίου ¹⁶

Στην περίπτωση που υπάρχει βλάβη στον ανεμιστήρα προ της κεφαλής και ο αέρας δεν εισέρχεται με μεγάλη πίεση, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος να στραφεί η φλόγα προς το λέβητα με άμεσο κίνδυνο πυρκαγιάς. Για το λόγο αυτό η ύπαρξη ενός *πιεσοστάτη αέρα* είναι υψίστης σημασίας και ο ρόλος του είναι να ελέγχει τη λειτουργία του κινητήρα και να διακόπτει τη λειτουργία της καύσης στην περίπτωση δυσλειτουργίας του ανεμιστήρα ή χαμηλής πίεσης του αέρα.



Εικόνα 2.2.6: Πιεσοστάτης αέρα ¹⁷

Εν ολίγοις, οι καυστήρες φυσικού αερίου, είναι όμοιοι λειτουργικά με τους καυστήρες πετρελαίου, με τη μόνη διαφορά στο καύσιμο και την εξειδικευμένη συνδεσμολογία και αντιμετώπιση του κάθε τμήματος. Παρόλα αυτά, όπως και οι καυστήρες πετρελαίου, προϋποθέτουν κάποιες προδιαγραφές στη μελέτη, την εγκατάσταση και τη συντήρησή τους με σκοπό την ασφάλεια, την οικονομία, τη φιλική προς το περιβάλλον λειτουργία και την εξασφάλιση στο χρόνο 'ζωής' τους. Οι προδιαγραφές αυτές περιλαμβάνονται στο εγχειρίδιο DIN 4788 τεύχος I και τεύχος II. Επιπρόσθετα, υπάρχουν περαιτέρω συστάσεις και εξειδικεύσεις στα εγχειρίδια DIN, DVGW, όπως και συμπληρωματικές συστάσεις στα εγχειρίδια VDI και VDE.

2.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Ένα εξίσου μεγάλο κεφάλαιο αποτελεί η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για να καλύψει σε πολύ μεγάλο βαθμό τις ετήσιες οικιστικές ανάγκες για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης. Στις μέρες μας υπάρχουν τριών ειδών συστήματα που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια και είναι τα εξής:

- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα
- Παθητικά ηλιακά συστήματα
- Φωτοβολταϊκά συστήματα

Στην κατηγορία των *ενεργητικών ηλιακών συστημάτων* κατατάσσονται τα συστήματα εκείνα, που έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και να τη μετατρέπουν σε θερμότητα, να τη μεταφέρουν και να την αποθηκεύουν με εγκατάσταση της κατάλληλης διάταξης. Στην περίπτωση αυτή, ένα τυπικό σύστημα μετατροπής, μεταφοράς και αποθήκευσης θερμότητας αποτελείται από *ηλιακό συλλέκτη, σωληνώσεις και δοχείο αποθήκευσης*.

Τα *παθητικά ηλιακά συστήματα* έχουν τη δυνατότητα της συλλογής της ηλιακής ενέργειας και αξιοποίησής της με φυσικό τρόπο, όπως για το φυσικό φωτισμό, ή για τη φυσική θέρμανση μιας επιφάνειας ή ενός δωματίου. Τα συστήματα αυτά στην ουσία αποτελούν μεθόδους σχεδιασμού, εκμεταλλεόμενες τη γωνία της ηλιακής πρόσπτωσης και απευθύνονται σε ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα, φεγγίτες, παράθυρα οροφής κ.α.). Κατά κύριο λόγο ο προσανατολισμός τους θα πρέπει να είναι νότιος, ώστε να εκμεταλλεύονται το μέγιστο ηλιακό φως κατά τη διάρκεια της μέρας.

Τέλος, τα *φωτοβολταϊκά συστήματα*, αξιοποιούν τον ήλιο χάριν στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, για να μετατρέψουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρικό ρεύμα. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο προϋποθέτει την πόλωση ηλεκτρικών φορτίων σε συγκεκριμένα υλικά (φωτοβολταϊκά κύτταρα), όταν αυτά εκτίθενται σε φωτεινή ακτινοβολία.

Για την κάλυψη των οικιστικών αναγκών σε θερμική ενέργεια και ζεστό νερό χρήσης, αξιοποιούνται τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα *συστήματα με κυκλοφορία αέρα* και τα *συστήματα με κυκλοφορία υγρού*. Τα συστήματα αέρα δεν είναι ευρέως διαδεδομένα στην παγκόσμια αγορά, καθώς παρουσιάζουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση και η αποθήκευση θερμότητας είναι σχετικά δαπανηρή.

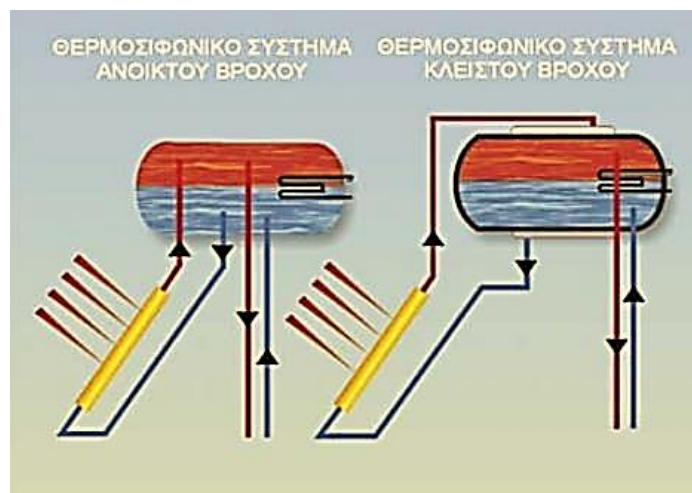
Αντίθετα, τα συστήματα με κυκλοφορία υγρού, αποτελούν την πλέον διαδεδομένη τεχνολογία στις μέρες μας, κυρίως στις χώρες της Μεσογείου. Η επικρατέστερη εφαρμογή τους αφορά στην κάλυψη αναγκών ζεστού νερού χρήσης, γνωστή και ως *ηλιακοί θερμοσίφωνες*. Με την χρήση του ηλιακού θερμοσίφωνου η κυκλοφορία του ζεστού νερού, είτε για θέρμανση είτε για χρήση, είναι εφικτή και χωρίς τεχνικά μέρη, όπως οι αντλίες. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανάλογα με τη χρήση αντλίας ή όχι χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- *Φυσικής κυκλοφορίας*
- *Βεβιασμένης κυκλοφορίας*

Με την χρήση θερμοσίφωνων *φυσικής κυκλοφορίας* επιτυγχάνεται το φαινόμενο της φυσικής ροής των ρευστών, βασιζόμενο στη διαφορά θερμοκρασίας (κρύο – ζεστό) κι έτσι δεν απαιτείται η χρήση κυκλοφορητή

(αντλίας) για την αποθήκευση του νερού. Κατά τη διαδικασία αυτή το θερμενόμενο υγρό μεταφέρεται από το θερμό μέσο (ηλιακό συλλέκτη) προς το ψυχρό μέσο (δεξαμενή αποθήκευσης νερού), μέχρι η θερμοκρασία του υγρού να είναι παρόμοια και στα δύο μέσα. Βασική προϋπόθεση για να γίνει αυτό είναι η τοποθέτηση του ψυχρού μέσου σε θέση ψηλότερη από το θερμό μέσο και για το λόγο αυτό οι δεξαμενές αποθήκευσης του νερού τοποθετούνται ψηλότερα από τον ηλιακό συλλέκτη. Ανάλογα με τον τρόπο κυκλοφορίας του θερμενόμενου υγρού του συστήματος οι θερμοσίφωνες φυσικής κυκλοφορίας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- *Ανοιχτού βρόχου.* Στα συστήματα ανοιχτού βρόχου το θερμενόμενο υγρό είναι το νερό που χρησιμοποιείται στη θέρμανση και στη χρήση κι έτσι επιτυγχάνεται η απευθείας θέρμανσή του. Το μειονέκτημα στο σύστημα ανοιχτού βρόχου είναι η αδυναμία προσθήκης αντιψυκτικού μείγματος, με αποτέλεσμα τη δυσλειτουργία του θερμοσίφωνα σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- *Κλειστού βρόχου.* Στο σύστημα κλειστού βρόχου το θερμενόμενο υγρό είναι ως επί το πλείστο λάδι ή και νερό με προσθήκη αντιψυκτικού υγρού και αντιδιαβρωτικού μείγματος. Η θέρμανση του νερού επιτυγχάνεται με έμμεσο τρόπο, δηλαδή με ξεχωριστό κύκλωμα στο οποίο κυκλοφορεί το θερμενόμενο υγρό, το οποίο θερμαίνει το νερό χωρίς να γίνεται ανάμειξη μεταξύ τους.

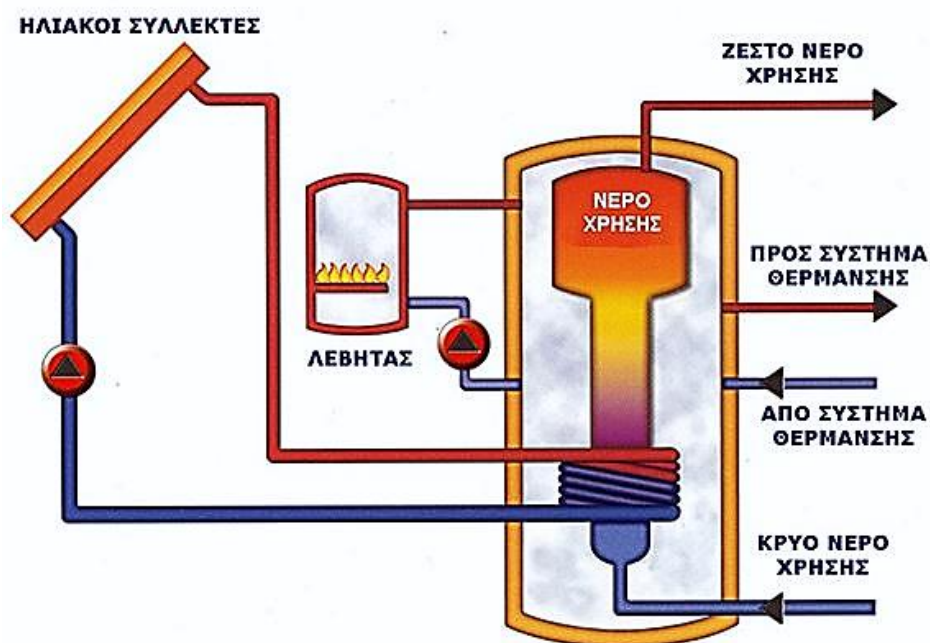


Εικόνα 2.3.1: Θερμοσιφωνικό σύστημα ανοιχτού & κλειστού βρόχου ¹⁸

Τα συστήματα *βεβιασμένης κυκλοφορίας* είναι εφοδιασμένα με αντλίες, για να γίνει δυνατή η κυκλοφορία του θερμενόμενου υγρού από τον ηλιακό συλλέκτη προς τη δεξαμενή αποθήκευσης του νερού, καθώς επίσης και με συστήματα ελέγχου της κυκλοφορίας και βαλβίδες. Η λειτουργία τους είναι παρόμοια με αυτή της φυσικής κυκλοφορίας, με τη μόνη διαφορά στην αντίθετη κυκλοφορία του νερού, δηλαδή το ζεστό νερό κατευθύνεται καθοδικά και το ψυχρό ανοδικά. Η χρήση του κυκλοφορητή είναι απαραίτητη σε αυτή την περίπτωση, για να μεταφερθεί το ζεστό νερό προς τη δεξαμενή αποθήκευσης, που βρίσκεται σε χαμηλότερη θέση.

Ένα σύστημα ελέγχου στον *ηλεκτρονικό πίνακα* και πιο συγκεκριμένα ο *θερμοστάτης*, είναι υπεύθυνο για την έναρξη της κυκλοφορίας του ζεστού νερού του ηλιακού συλλέκτη προς τη δεξαμενή αποθήκευσης, ανάλογα με τη θερμοκρασία της διαστρωμάτωσης του νερού μέσα στη δεξαμενή. Σε αυτή την περίπτωση η υπάρχουσα δευτερεύουσα υποβοηθητική μονάδα θέρμανσης

συνεισφέρει στην αύξηση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού, όταν κρίνεται αυτό αναγκαίο, δηλαδή σε μέρες που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια. Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2.3.2) αποτυπώνεται σχηματικά ο τρόπος λειτουργίας των συστημάτων βεβιασμένης κυκλοφορίας.



Εικόνα 2.3.2: Ηλιοθερμικό σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας ¹⁹

Τα ηλιακά ή αλλιώς ηλιοθερμικά συστήματα αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, ανεξάρτητα από το είδος τους. Αυτά είναι το *τμήμα συλλογής*, που αφορά το μέρος στο οποίο απορροφάται η ηλιακή ακτινοβολία και το *τμήμα αποθήκευσης*, το οποίο αποθηκεύει την ενέργεια σε δεξαμενή αποθήκευσης μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Τα δύο αυτά τμήματα μπορεί να είναι συναρμολογημένα το ένα με το άλλο και να επικοινωνούν με σωληνώσεις, αλλά

και χωριστά με χρήση αντλιών που χρησιμεύουν στην κυκλοφορία του θερμενόμενου μέσου.

Στο προαναφερθέν τμήμα συλλογής κατατάσσονται οι ηλιακοί συλλέκτες, οι οποίοι κατηγοριοποιούνται σε δύο βασικές ομάδες ανάλογα με τη θερμοκρασία λειτουργίας τους, σε *συγκεντρωτικούς* και *μη συγκεντρωτικούς*.

Οι *συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες* ή αλλιώς συλλέκτες υψηλής θερμοκρασίας είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία, κατά την οποία η ηλιακή ακτινοβολία συλλέγεται και μετατρέπεται σε θερμότητα με υψηλής θερμοκρασίας θερμενόμενου υγρού που αγγίζει και τους 500 °C. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες ποικίλουν ανάλογα με την κατασκευή τους και κατατάσσονται σε:

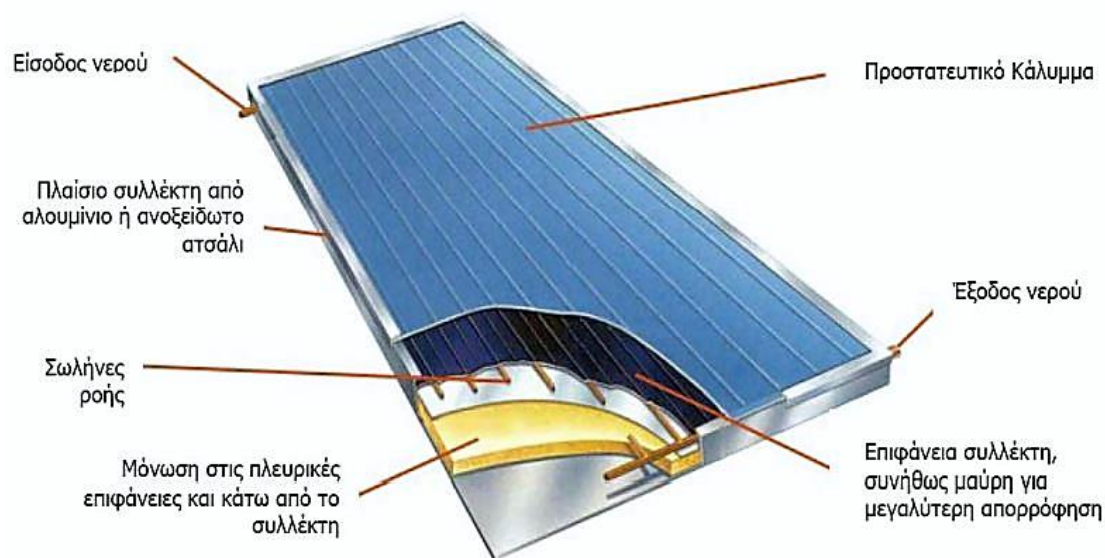
- Συλλέκτες ΦΡΕΝΕΛ
- Παραβολικά κοίλα
- Ηλιακούς Πύργους
- Ηλιακούς δίσκους

Αντίθετα οι *μη συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες* είναι πιο διαδεδομένοι στην παγκόσμια αγορά και χωρίζονται στις τρεις ακόλουθες κατηγορίες:

- *Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες.*
- *Ηλιακοί συλλέκτες κενού.* (Δεν συνιστώνται σε οικιακές εφαρμογές)
- *Ηλιακοί συλλέκτες χωρίς κάλυμμα.* (Εφαρμογή σε πισίνες)

Η πιο κοινή μορφή μη συγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών είναι οι *επίπεδοι συλλέκτες*, οι οποίοι τοποθετούνται σε στέγες, τάρτσες ή ακόμα και στο έδαφος. Η λειτουργία τους θυμίζει το φαινόμενου του θερμοκηπίου, καθώς

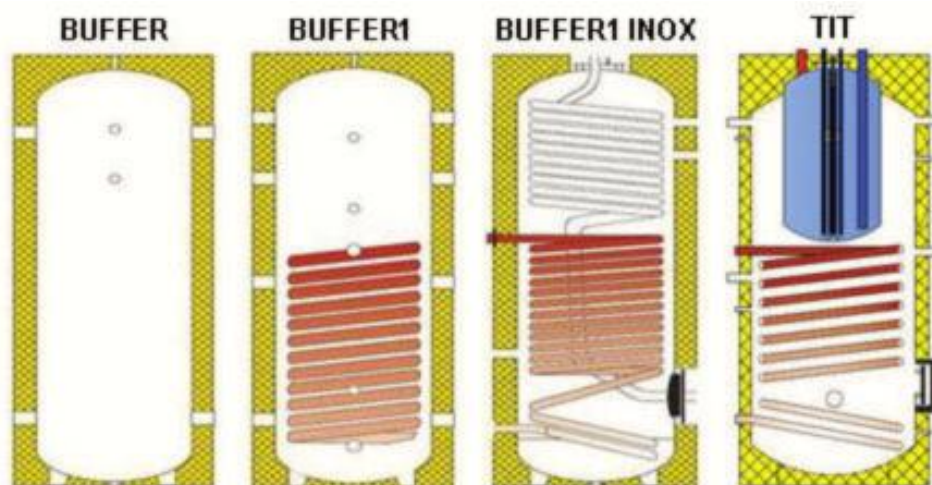
η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει την επιφάνεια της εξωτερικής πλάκας εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του συλλέκτη και θερμαίνει το υγρό που βρίσκεται εντός των ενσωματωμένων σωληνώσεων. Συγκεκριμένα, στο πάνω μέρος του συλλέκτη τοποθετείται μια μαύρη πλάκα με μεγάλη απορροφητικότητα της ηλιακής ενέργειας, λόγω του χρώματος. Η πλάκα αυτή απορροφά και παγιδεύει την ακτινοβολία του ήλιου και τη μεταφέρει στο υγρό – νερό που βρίσκεται μέσα σε σωληνώσεις που εφάπτονται στην πλάκα κι έτσι αυτό θερμαίνεται. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 2.3.3) αποτυπώνονται τα τμήματα που αποτελούν τον επίπεδο ηλιακό συλλέκτη.



Εικόνα 2.3.3: Τμήματα επίπεδου ηλιακού συλλέκτη ²⁰

Το δεύτερο κύριο μέρος των ηλιακών συστημάτων είναι το *τμήμα αποθήκευσης*. Πρόκειται για το χώρο στον οποίο αποθηκεύεται η ενέργεια και αποτελεί το *συσσωρευτή ενέργειας* (boiler). Στις μέρες μας οι θερμικά μονωμένοι συσσωρευτές ενέργειας (θερμικά μονωμένα boiler) αποτελούν τα

πιο συνήθη είδη συσσωρευτών ενέργειας, τα οποία κατασκευάζονται με ή και χωρίς ενσωματωμένο εναλλάκτη της θερμότητας. Οι συσσωρευτές ενέργειας κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους, ανάλογα με την ύπαρξη ενσωματωμένου εναλλάκτη και τέλος ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησής τους, δηλαδή κάθετα ή οριζόντια. ²¹ Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2.3.4) αποτυπώνονται τα τέσσερα πιο συνηθισμένα είδη συσσωρευτών θερμότητας, τα οποία έχουν ως εξής: Από αριστερά προς τα δεξιά έχουμε boiler χωρίς εναλλάκτη, boiler με ένα εναλλάκτη, boiler με δύο εναλλάκτες και τέλος το σύστημα 'δοχείο εντός δοχείου' (tank in tank).



Εικόνα 2.3.4: *Είδη συσσωρευτών θερμότητας (boiler)* ²²

Οι συσσωρευτές θερμότητας (boiler) διακρίνονται σε υποκατηγορίες ανάλογα με την ομοιομορφία της θερμοκρασίας του νερού που βρίσκεται μέσα τους και έχουν ως εξής:

- Boiler ομοιόμορφης θερμοκρασίας
- Boiler θερμικής διαστρωμάτωσης

- Boiler μακράς αποθήκευσης
- Boiler αλλαγής φάσης
- Boiler χημικής ενέργειας

Σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της θερμοκρασίας του αποθηκευμένου στους συσσωρευτές νερό παίζει η μόνωση. Η μόνωση περιορίζει τις θερμικές απώλειες που μπορεί να έχει ένας συσσωρευτής και η σωστή χρήση υλικού και διαστασιολόγησης είναι μεγάλης σημασίας. Ο συντελεστής της τυπικής θερμικής αγωγιμότητας των μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στους συσσωρευτές είναι μικρότερος ή ίσος με 0,035 W/mK.

Τα ηλιακά συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας, εκτός από τα δύο κύρια μέρη, που προαναφέρθηκαν, αποτελούνται και από άλλα εξαρτήματα – όργανα τα οποία συμβάλουν στην ολοκληρωμένη λειτουργία τους. Αυτά τα όργανα αποτελούνται από τους *εναλλάκτες θερμότητας*, το *σύστημα κυκλοφορητή*, το *διαφορικό πίνακα ελέγχου* και τα *όργανα ασφαλείας*.

Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι το εξάρτημα που μεταφέρει τη θερμική ενέργεια ανάμεσα σε δύο διαφορετικά ρευστά που έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Οι εναλλάκτες, ανάλογα με τη διαδικασία της μεταφοράς θερμότητας, διακρίνονται στις δύο βασικές κατηγορίες που ακολουθούν:

- Εναλλάκτες με άμεση επαφή
- Εναλλάκτες με έμμεση επαφή

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι εναλλάκτες, οι οποίοι επιτρέπουν την άμεση επαφή ανάμεσα στα δύο ρευστά. Πιο συγκεκριμένα τα δύο ρευστά έρχονται σε άμεση επαφή, γίνεται η ανταλλαγή της θερμότητας μεταξύ τους και στη συνέχεια διαχωρίζονται εκ νέου.

Στους εναλλάκτες με έμμεση επαφή τα ρευστά δεν έρχονται σε επαφή, παραμένουν ξεχωριστά μέσα στο συσσωρευτή και ανταλλάσσουν θερμότητα μέσω μιας επιφάνειας διαχωρισμού. Τέτοιου είδους εναλλάκτες συναντώνται στα ηλιακά συστήματα κλειστού κυκλώματος (κλειστού βρόχου). Η ανταλλαγή της θερμότητας των ρευστών γίνεται από το θερμότερο προς το ψυχρότερο ρευστό με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Με θερμική αγωγιμότητα στο τοίχωμα της επιφάνειας
- Με συναγωγή του θερμότερου ρευστού προς το τοίχωμα
- Με συναγωγή του τοιχώματος προς το ψυχρότερο ρευστό

Παράλληλα, με βάση την τοποθέτησή τους οι εναλλάκτες διακρίνονται σε *εσωτερικούς* και *εξωτερικούς*. Οι εσωτερικοί εναλλάκτες αποτελούνται από σωλήνες, που είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο ατσάλι ή χαλκό και είναι τοποθετημένοι στο εσωτερικό του συσσωρευτή.



Εικόνα 2.3.5: *Εσωτερικοί εναλλάκτες* ²³

Οι εξωτερικοί εναλλάκτες, είναι κατασκευασμένοι εξίσου από ανοξείδωτο ατσάλι ή χαλκό, σε αυλωτή ή πλακοειδή μορφή. Τοποθετούνται μεταξύ του συσσωρευτή και του συλλέκτη και για την κυκλοφορία των ρευστών χρησιμοποιείται η κατάλληλη αντλία. Σε αυτή την περίπτωση τα δύο ρευστά κυκλοφορούν με αντίθετη φορά και ο εναλλάκτης χαρακτηρίζεται ως τύπου αντιρροής.

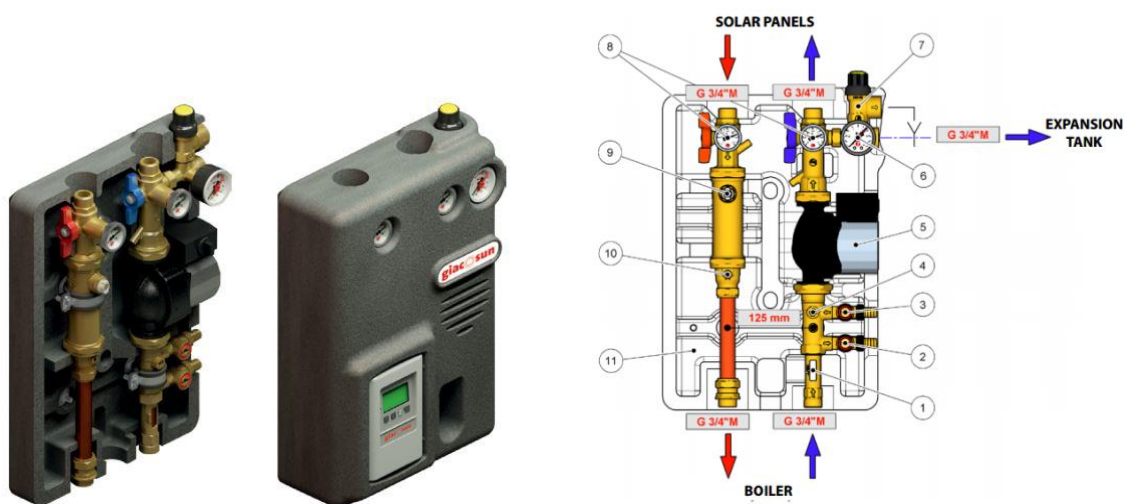


Εικόνα 2.3.6: Πλακοειδής εξωτερικός εναλλάκτης ²⁴



Εικόνα 2.3.7: Αυλωτός εξωτερικός εναλλάκτης ²⁵

Σημαντικό συνεισφορά στην ομαλή λειτουργία των ηλιακών συστημάτων βεβαιασμένης κυκλοφορίας παρουσιάζει και ο *κυκλοφορητής – αντλία*. Ο ρόλος του στο ηλιακό σύστημα είναι να κυκλοφορεί το θερμενόμενο ρευστό από τους συλλέκτες προς το συσσωρευτή ενέργειας. Συγκεκριμένα όταν η θερμοκρασία των χαμηλότερων στρωμάτων νερού στο συσσωρευτή είναι χαμηλότερη της θερμοκρασίας του θερμενόμενου ρευστού στο συλλέκτη, ο κυκλοφορητής τίθεται σε λειτουργία και ανακυκλώνει το θερμενόμενο ρευστό. Η μελέτη της διαστασιολόγησης του κυκλοφορητή κρίνεται πολύ σημαντική για την αποφυγή θερμικής απώλειας, λόγω ανεπάρκειας στην ισχύ του, αλλά και για την άσκοπη σπατάλη ενέργειας, λόγω μεγαλύτερης ισχύος.



Εικόνα 2.3.8: Σύστημα κυκλοφορητή - αντλίας ²⁶

Η διάταξη των ηλιακών συστημάτων βεβαιασμένης κυκλοφορίας είναι εξοπλισμένη με *όργανα ασφαλείας*. Αυτά αποτελούνται από τη *βαλβίδα*

ασφαλείας, το εξάρτημα εξαερισμού (βαλβίδα υποπίεσης) και το δοχείο διαστολής.²⁷

Η βαλβίδα ασφαλείας ή αλλιώς βαλβίδα Π&Θ (πίεσης & θερμοκρασίας) τοποθετείται μεταξύ του ηλιακού συλλέκτη και του κυκλοφορητή και η διατομή της εξαρτάται από τις επιφάνειες των ηλιακών συλλεκτών. Ο ρόλος της είναι να απελευθερώνει κάποια ποσότητα ατμού σε περίπτωση υπερπίεσης του κυκλώματος, για την ομαλή επαναφορά στο επίπεδο ασφαλείας της ορίζουσας πίεσης. Για την επιλογή της κατάλληλης βαλβίδας απαιτείται η άθροιση της αρχικής πίεσης του συστήματος με την στατική πίεση, που συνήθως είναι 10 bar.²⁷



Εικόνα 2.3.9: Βαλβίδα ασφαλείας (Π&Θ)²⁸

Εκτός από τη βαλβίδα ασφαλείας, ένα εξίσου σημαντικό εξάρτημα για την ομαλή λειτουργία του κυκλώματος των ηλιακών συστημάτων είναι και το εξάρτημα εξαερισμού ή αλλιώς βαλβίδα υποπίεσης. Η βαλβίδα υποπίεσης

τοποθετείται στο ψηλότερο σημείο του ηλιοθερμικού συστήματος και χρησιμοποιείται με σκοπό την αποτροπή της αρνητικής πίεσης (υποπίεσης), κατά τη συστολή του θερμενόμενου ρευστού στο το κύκλωμα, κυρίως σε ψυχρές περιόδους ή τη νύχτα. Τοποθετείται κάθετα όπως στην εικόνα (Εικόνα 2.3.10) και η μέγιστη θερμοκρασία αντοχής τους ορίζεται στους 200 °C. ²⁷



Εικόνα 2.3.10: Εξάρτημα εξαερισμού – βαλβίδα υποπίεσης ²⁸

Το τελευταίο στοιχείο σε μια διάταξη ηλιακού συστήματος είναι ο *διαφορικός πίνακας ελέγχου* ή αλλιώς *διαφορικός θερμοστάτης*. Ο διαφορικός πίνακας ευθύνεται για το πότε θα τεθεί σε λειτουργία η αντλία, καθώς και για τον έλεγχο της λειτουργίας του ηλιακού θερμικού. Για να τεθεί σε λειτουργία η αντλία, θα πρέπει η θερμοκρασία του συλλέκτη να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του συσσωρευτή. Συνήθως η θερμοκρασίες για τη λειτουργία και τη διακοπή λειτουργίας της αντλίας ρυθμίζονται και αποθηκεύονται στη μνήμη του διαφορικού πίνακα. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 2.3.11)

καταγράφονται οι θερμοκρασίες του συλλέκτη, της επιφάνειας του νερού και του πυθμένα του νερού στο συλλέκτη.



Εικόνα 2.3.11: Διαφορικός πίνακας ελέγχου ²⁹

Τέλος, καταλυτικό παράγοντα στα ηλιοθερμικά συστήματα αποτελεί το *θερμενόμενο ρευστό*. Η προστασία του από τις χαμηλές θερμοκρασίες και τον παγετό είναι μέγιστης σημασίας και η χρήση αντιπαγετικού υλικού είναι άκρως αναγκαία. Το επικρατέστερο θερμενόμενο υγρό είναι το νερό, λόγω του χαμηλού κόστους, της μεγάλης θερμικής διάχυσης και ειδικής θερμότητας, του φάσματος θερμοκρασιών λειτουργίας (παγώνει στους 0 °C και εξατμίζεται στους 100 °C) και τέλος λόγω του ότι δε διαβρώνει και είναι μη τοξικό και μη εύφλεκτο. Σε κάποιες περιπτώσεις γίνεται προσθήκη προπυλενογλυκόλης για την εξασφάλιση περεταίρω ασφάλειας στις θερμοκρασίες τήξης και πήξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

3.1 ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΥ ΙΣΧΥΟΥΝ

Ως δείκτες ενεργειακής αποδοτικότητας ορίζονται οι τιμές εκείνες που δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική τιμή της ενεργειακής απόδοσης, αλλά την προσεγγίζουν δίνοντας έτσι κάποιες βασικές πληροφορίες. Μετά το 1990 αναπτύχθηκαν τα πρώτα συστήματα αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε παγκόσμιο επίπεδο. Στη χώρα μας μετά το 2010, ξεκίνησε η διαδικασία αξιολόγησης της ενεργειακής αποδοτικότητας των υφιστάμενων κτιρίων και παράλληλα η ενεργειακή αναβάθμιση στα νέα κτίρια με την εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), που θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα. Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου και συγκεκριμένα η κατάταξή του στα πλαίσια μιας κλίμακας βαθμολογίας γίνεται με γνώμονα την *ποιοτική του αξιολόγηση* κατά κύριο λόγο (*asset rating*), η οποία υπολογίζεται προσεγγιστικά ανάλογα με τις λειτουργικές του παραδοχές. Η ποιοτική αξιολόγηση της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός κτιρίου, γίνεται με βάση τους υπολογισμούς διαφόρων μεθόδων και η 'Bestest' (Building energy simulation test) αποτελεί την πλέον επικρατέστερη μέθοδο. Επιπρόσθετα στη βαθμολόγηση του εν λόγω κτιρίου συμβάλει και η *πραγματική αξιολόγηση* (*operational rating*), η οποία εξαρτάται από τον χρήστη και την επίδρασή του στην πραγματική κατανάλωση ενέργειας.³⁰

Στις μέρες μας οι δείκτες ενεργειακής αποδοτικότητας χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τους *δείκτες ανάλυσης* και τους *δείκτες παρακολούθησης*. Οι *δείκτες ανάλυσης* (*scenario analysis*) αναφέρονται σε στοιχεία μιας πληθώρας κτιριακών αποθεμάτων και χρησιμοποιούνται για την προσεγγιστική

ανάλυση ενός κτιρίου προς ενεργειακή αναβάθμιση καθώς και για την μελλοντική ενεργειακή αποδοτικότητα ενός νέου, υπό κατασκευή κτιρίου.

Οι δείκτες παρακολούθησης (*monitoring indicators*) αφορούν τα στοιχεία εκείνα, τα οποία συλλέγονται από έρευνες στα υπάρχοντα κτιριακά αποθέματα. Παρόλα αυτά, όπως και οι δείκτες ανάλυσης, αναφέρονται και στα υπό μελέτη κτίρια, ενώ παράλληλα, τα δεδομένα από τις έρευνες είναι καταχωρημένα σε μια βάση δεδομένων και ενημερώνονται τακτικά, για την καλύτερη κατανόηση και παρακολούθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.

Με τους δείκτες που αναφέρθηκαν κάθε χώρα παγκοσμίως είναι σε θέση να συγκεντρώνει ένα σημαντικό όγκο δεδομένων που αφορά τις βασικές πληροφορίες για το κτιριακό της απόθεμα, ένα προσεγγιστικό μέσο όρο για τις τιμές της θερμοδιαπερατότητας (U-value) από τα κελύφη του κτιριακού της αποθέματος, στατιστικά δεδομένα για τις τιμές της οικιστικής ενεργειακής κατανάλωσης και τέλος βασικές πληροφορίες για τις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση και την ψύξη.

Με βάση τα στοιχεία που συλλέγονται για το κτιριακό απόθεμα σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η αξιολόγηση των κτιρίων σε κατηγορίες γίνεται με βάση το *Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 15232*. Το πρότυπο αυτό συντάχθηκε συνδυαζόμενο με την Οδηγία Ενεργειακής Αποδοτικότητας των κτιρίων ΟΕΕΚ 2002/91/ΕΚ.³¹ και αναλύει τις μεθόδους που συνθέτουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τα οποία και κατατάσσει σε τέσσερις ενεργειακές κατηγορίες. Στις κατηγορίες αυτές συμπεριλαμβάνονται τα κτίρια με συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού, τα οποία επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 3.1.1) αναλύονται

οι κατηγορίες των κτιρίων ανάλογα με τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου στον τομέα της θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού και προστασία από ηλιακή ακτινοβολία. Σημειώνεται ότι η συντομογραφία BACS (Building Automation and Control System) που χρησιμοποιείται στον πίνακα της εικόνας μεταφράζεται ως: Σύστημα Κτιριακού Αυτοματισμού και Ελέγχου.

	Έλεγχος θέρμανσης / ψύξης	Έλεγχος αερισμού / κλιματισμού	Φωτισμός	Προστασία από ηλιακή ακτινοβολία
A	<ul style="list-style-type: none"> - ολοκληρωμένος έλεγχος κάθε δωματίου ... control of each room with request management (by usage, air quality, etc.) - Έλεγχος συστήματος εσωτερικής αντιστάθμισης (έλεγχος μετρούμενης εσωτερικής θερμοκρασίας/set point) - Καμία δυνατότητα παράλληλης λειτουργίας θέρμανσης και ψύξης (μανδαλωμένες λειτουργίες) 	<ul style="list-style-type: none"> - Η παροχή αέρα σε κάθε δωμάτιο γίνεται κατόπιν ζήτησης ή από την ανίχνευση παρουσίας ανθρώπων - Μεταβλητό set point ελέγχου θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (έλεγχος φορτίου/προσαγωγής αέρα-PID) - Έλεγχος υγρασίας με παροχή ή απαγωγή αέρα από το χώρο 	<ul style="list-style-type: none"> - Αυτόματη ανίχνευση φωτός ημέρας και έλεγχος φωτισμού - Έλεγχος παρουσίας ανθρώπων και αυτόματη ενεργοποίηση φωτισμού Παράλληλη δυνατότητα: <ul style="list-style-type: none"> - χειροκίνητο on / αυτόματο off - χειροκίνητο on / ρύθμιση φωτεινότητας - αυτόματο on / αυτόματο off - αυτόματο on / ρύθμιση φωτεινότητας 	<ul style="list-style-type: none"> - Συνδυαστικός έλεγχος φωτισμού/ρολών σκίασης/HVAC (θέρμανση, αερισμός, air conditioning)
B	<ul style="list-style-type: none"> - Ανεξάρτητος έλεγχος κάθε δωματίου με επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών και BACS - Έλεγχος συστήματος εσωτερικής αντιστάθμισης - Μερική μανδάλωση λειτουργιών θέρμανσης και ψύξης (ανάλογα με το σύστημα HVAC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Η παροχή αέρα σε κάθε δωμάτιο γίνεται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα - Μεταβλητό set point ελέγχου της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα, ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία - Έλεγχος υγρασίας με παροχή ή απαγωγή αέρα από το χώρο 	<ul style="list-style-type: none"> - Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας - Έλεγχος παρουσίας ανθρώπων και αυτόματη ενεργοποίηση φωτισμού Παράλληλη δυνατότητα: <ul style="list-style-type: none"> - χειροκίνητο on / ρύθμιση φωτεινότητας - αυτόματο on / αυτόματο off - αυτόματο on / ρύθμιση φωτεινότητας 	<ul style="list-style-type: none"> - Ηλεκτρικός έλεγχος (μέσω μοτέρ) των μηχανισμών σκίασης και ρολών
C	<ul style="list-style-type: none"> - Ανεξάρτητος έλεγχος σε κάθε δωμάτιο μέσω θερμοστατικών βαλβίδων ή ηλεκτρονικών ελεγκτών - Έλεγχος συστήματος εξωτερικής αντιστάθμισης - Μερική μανδάλωση λειτουργιών θέρμανσης και ψύξης (ανάλογα με το σύστημα HVAC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Η παροχή αέρα σε κάθε δωμάτιο γίνεται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα - Σταθερό set point θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα - Περιορισμένη παροχή αέρα για έλεγχο υγρασίας 	<ul style="list-style-type: none"> - Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας - Χειροκίνητος διακόπτης on/off + sweeping extinction signal (τουλάχιστον ένας ηλεκτρικός χειρισμός κατά τη διάρκεια της ημέρας) - Χειροκίνητος διακόπτης on/off 	<ul style="list-style-type: none"> - Ηλεκτρικός έλεγχος (μέσω μοτέρ) των μηχανισμών σκίασης και ρολών
D	<ul style="list-style-type: none"> - Κανένας αυτόματος έλεγχος - Κανένας έλεγχος συστήματος αντιστάθμισης - Καμία μανδάλωση λειτουργιών θέρμανσης και ψύξης 	<ul style="list-style-type: none"> - Καμία παροχή αέρα - Κανένας έλεγχος θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα - Κανένας έλεγχος υγρασίας 	<ul style="list-style-type: none"> - Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας - Χειροκίνητος διακόπτης on/off + sweeping extinction signal - Χειροκίνητος διακόπτης on/off 	<ul style="list-style-type: none"> - Χειροκίνητος έλεγχος των μηχανισμών σκίασης και ρολών

Εικόνα 3.1.1: Ενεργειακή κατηγοριοποίηση κτιρίων ³¹

Παράλληλα, εκτός από το πρότυπο EN 15232, υπάρχει και το διεθνές πρότυπο EN ISO 13786:2007, το οποίο καθορίζει τα στοιχεία που αφορούν την ενεργειακή αποδοτικότητα στη θέρμανση ενός κτιρίου και καθορίζει τις μεθόδους για τον υπολογισμό τους.

Στον ελλαδικό χώρο ισχύουν τα ελληνικά πρότυπα της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων. Είναι 39 και κάθε ένα από αυτά αφορά μια συγκεκριμένη λειτουργικότητα του κτιρίου. Για παράδειγμα το πρότυπο ΕΛΟΤ

EN ISO 13790E2 :2009 αφορά τον υπολογισμό για τις ενεργειακές απαιτήσεις που σχετίζονται με τη θέρμανση και την ψύξη, ενώ το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.04.03 :2008 αφορά συστήματα θέρμανσης στα κτίρια και συγκεκριμένα στη μέθοδο του υπολογισμού των απαιτήσεων και αποδόσεων των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης. ³²

Για να γίνει μια πειραματική μέτρηση στην θερμική ενεργειακή κατανάλωση χρησιμοποιείται υπολογιστικό λογισμικό. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο το λογισμικό *RETScreen*, από αρχιτέκτονες και μηχανικούς, το οποίο προσεγγίζει την ετήσια ενεργειακή ζήτηση και αναλύει κάθε είδους έργο καθαρής ενέργειας, με βάση τη μέθοδο βαθμομερών με μεταβλητή βάση. Για την εκτίμηση της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης λαμβάνονται υπόψη τις θερμικές γέφυρες (thermal bridges) στα κουφώματα του κτιρίου, την πλήρη ζήτηση σε θερμότητα σε όλες τις θερμικές ζώνες εντός του κτιρίου και τον αερισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας. ³³

Τέλος η μέτρηση που προσεγγίζει την ενεργειακή κατανάλωση αποτελείται από ποικίλες συνιστώσες. Οι συνιστώσες αυτές αφορούν υπολογισμούς και εξισώσεις για κάθε στοιχείο του κτιρίου που δύναται να συνεισφέρει στην απώλεια ή στο κέρδος της κατανάλωσης ενέργειας. Για παράδειγμα υπάρχει η εξίσωση που εκτιμά προσεγγιστικά τη θερμική απώλεια του κτιριακού κελύφους που δίνεται από τη σχέση:

$$Q = U \times A \times (T_2 - T_1)$$

Όπου: Q = ρυθμός μετάδοσης της θερμότητας (W)

U = θερμοδιαπερατότητα (W/m² K)

A = εμβαδόν

T₁, T₂ = εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία αντίστοιχα (°C)

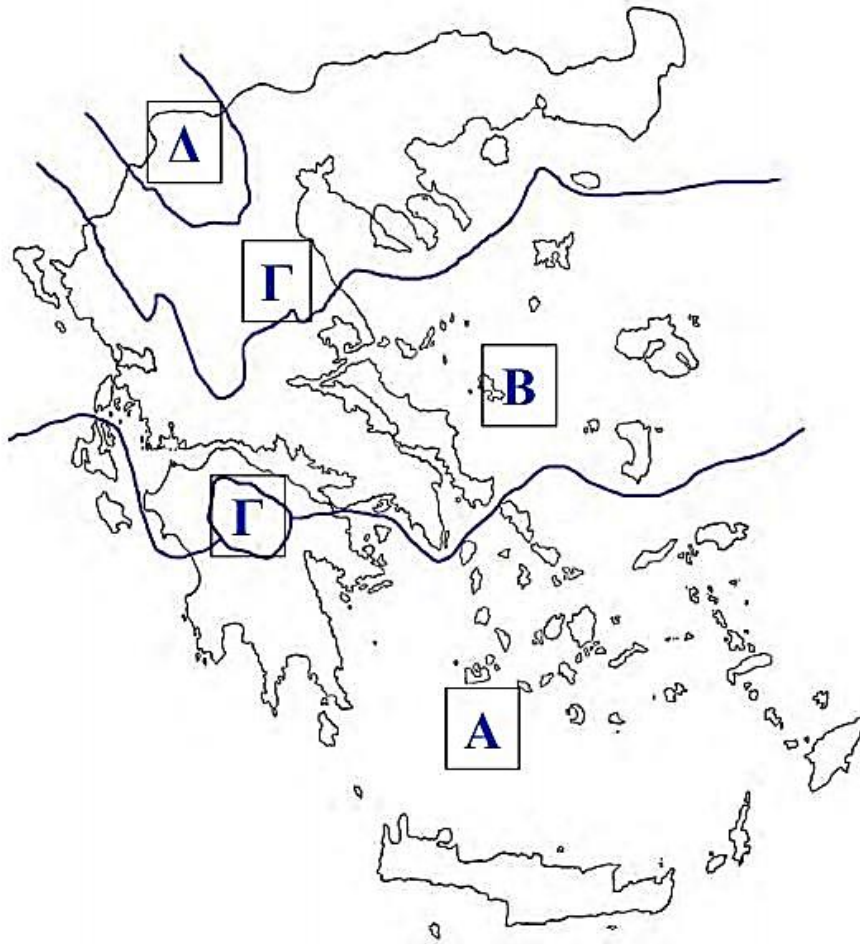
3.2 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΕΝΑΚ (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΩΝ)

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων ή αλλιώς ΚΕΝΑΚ, που προαναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τέθηκε σε ισχύ το 2010 έπειτα από υπουργική απόφαση του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Σκοπός της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η προστασία του περιβάλλοντος και η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος της χώρας. Για να γίνει αυτό εφικτό απαιτείται η προστασία του κτιριακού κελύφους με μεθόδους θερμομόνωσης και ο εξοπλισμός του μηχανολογικού συστήματος του κτιρίου με θερμικά μέσα χαμηλότερης ενεργειακής κατανάλωσης.

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Νόμου 3661 (ΦΕΚ 89/Α 3661-19/5/2008) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, στο οποίο καταγράφεται η δομή του ΚΕΝΑΚ, αναλύονται οι μέθοδοι για τον υπολογισμό της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις της ενεργειακής αποδοτικότητας, οι διαδικασίες για την επιθεώρηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ο καθορισμός των κλιματικών ζωνών της χώρας όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2.1.³⁴ Επιπλέον, κατονομάζονται και οι παράμετροι που συμβάλλουν στον υπολογισμό της ενεργειακής αποδοτικότητας, οι οποίοι είναι οι εξής:

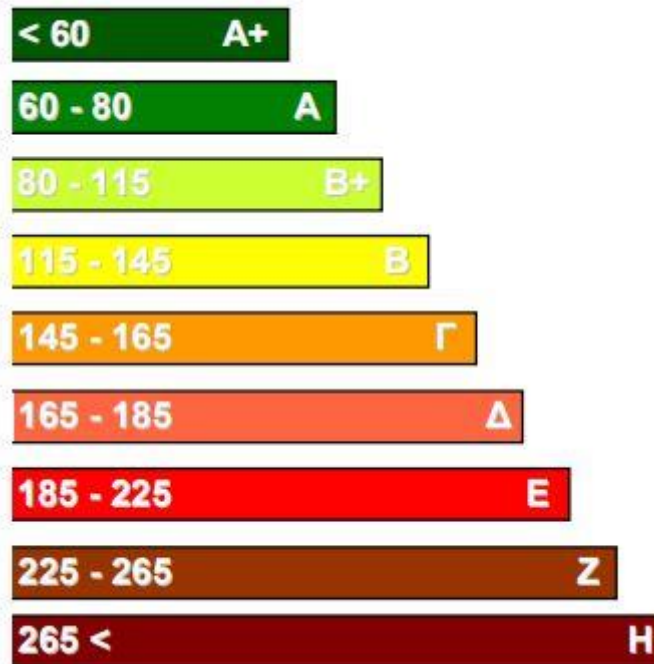
- Τεχνικά χαρακτηριστικά κτιριακού κελύφους
- Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων του κτιρίου
- Τεχνικά χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων θέρμανσης
- Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος αερισμού
- Κλιματικά δεδομένα περιοχής του κτιρίου

- Εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου
- Συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου της ενέργειας



Εικόνα 3.2.1: Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ ³⁴

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, υπάρχουν 9 κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονται τα κτίρια. Οι κατηγορίες ενεργειακής κατάταξης (A+, A, B+, B,Γ κλπ), όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.2.2, καθορίζονται από τις τιμές της ενεργειακής κατανάλωσης σε kWh/m² κάθε κτιρίου, ανάλογα με την κλιματική ζώνη στην οποία αυτό υπάγεται.



Εικόνα 3.2.2: Κατηγορίες ενεργειακής κατάταξης σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ ³⁴

Η ενεργειακή απόδοση κάθε νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλει να είναι ίση ή μικρότερη από την κατηγορία Β. Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται το *Κτίριο Αναφοράς*, του ΚΕΝΑΚ και όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες καθορίζονται ποσοστιαία επί της κατανάλωσης του Κτιρίου Αναφοράς, όπως και στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3.2.3)

Ενεργειακή Κλάση	Όρια κλάσης
A+	$A+ < 0,33 \cdot RR$
A	$0,33 \cdot RR \leq A < 0,5 \cdot RR$
B+	$0,5 \cdot RR \leq B+ < 0,75 \cdot RR$
B	$0,75 \cdot RR \leq B < 1,0 \cdot RR$
Γ	$1,0 \cdot RR \leq \Gamma < 1,41 \cdot RR$
Δ	$1,41 \cdot RR \leq \Delta < 1,82 \cdot RR$
E	$1,82 \cdot RR \leq E < 2,27 \cdot RR$
Z	$2,27 \cdot RR \leq Z < 2,73 \cdot RR$
H	$2,73 \cdot RR \leq H$

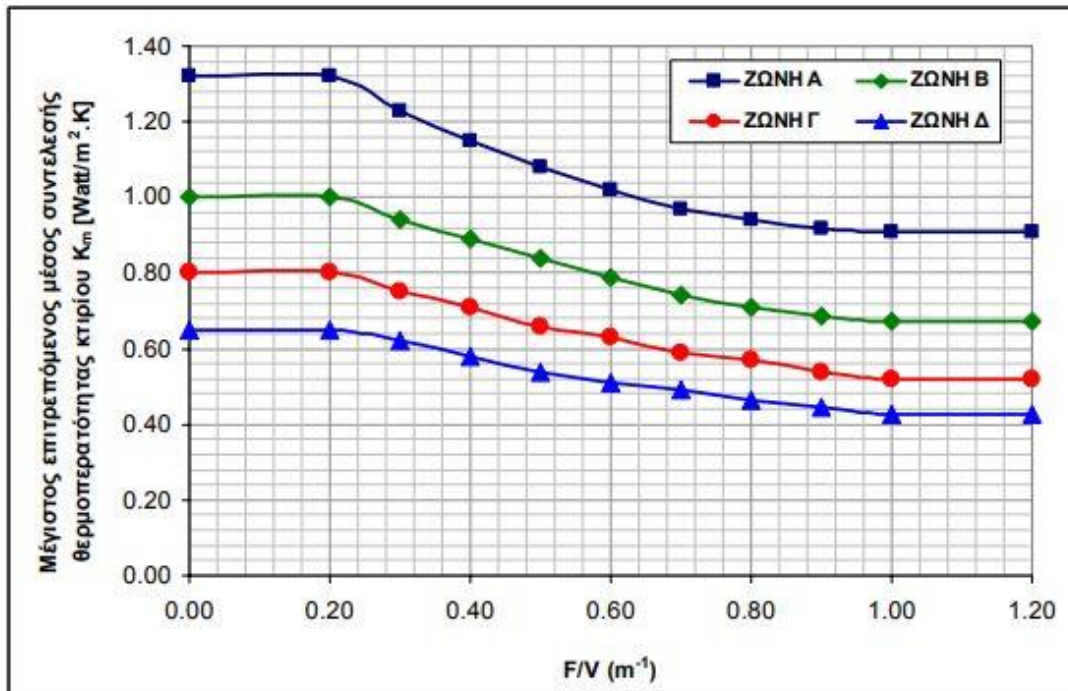
Εικόνα 3.2.3: Ποσοστιαίος καθορισμός με βάση την ενεργειακή κλάση Β ³⁴

Ως κτίριο αναφοράς ορίζεται το κτίριο αυτό που διαθέτει το ίδιο προφίλ λειτουργίας, την ίδια χρήση, την ίδια γεωμετρία και προσανατολισμό των δομικών του στοιχείων, με το κτίριο που είναι υπό σχεδίαση και μελέτη. Επιπλέον το κτίριο αναφοράς έχει καθορισμένα χαρακτηριστικά όσων αφορά τα στοιχεία που συνθέτουν το εξωτερικό του κέλυφος, καθώς και τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης.³⁴

Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νεόδμητα ή προς ανακαίνιση κτίρια αφορούν τον *επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοδιαπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (k)*, ο οποίος κυμαίνεται ανάλογα με την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτίριο (Εικόνα 3.2.4), την επιτρεπτή επιφάνεια των κουφωμάτων, ώστε να μην υπερβαίνονται τα όρια της θερμοδιαπερατότητας (k_m) (Εικόνα 3.2.5) και τέλος το *μέγιστο συντελεστή θερμοδιαπερατότητας της επιφάνειας του εξωτερικού κελύφους, συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών κουφωμάτων ($k_m w/f$)*, ο οποίος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 1,86 W/m²K σε κάθε όροφο.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/m ² .K]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	k_D	0,5	0,4	0,4	0,3
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	k_W	0,7	0,6	0,5	0,4
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilots)	k_{DL}	0,5	0,4	0,4	0,3
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	k_G	1,5	1,0	0,7	0,5
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	k_{WE}	1,5	1,0	0,7	0,5
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κλπ)	k_F	3,2	3,0	2,8	2,6
Γυάλινες προσόψεις μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	k_{GF}	1,40	1,40	1,40	1,40

Εικόνα 3.2.4: *Επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοδιαπερατότητας*³⁴



Εικόνα 3.2.5: Μέγιστος συντελεστής θερμοδιαπερατότητας κτιρίου ³⁴

Τέλος, όσων αφορά τα συστήματα θέρμανσης, με γνώμονα το Κτίριο Αναφοράς του ΚΕΝΑΚ ισχύουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- 1) Η παραγωγή της θερμότητας γίνεται με κεντρική μονάδα θέρμανσης με χρήση πετρελαίου ή φυσικού αερίου και η πιστοποίηση του κεντρικού λέβητα θα πρέπει να είναι με ενεργειακό βαθμό 2 αστέρων.
- 2) Η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης της θέρμανσης πρέπει να γίνει με βάση τις ανάλογες Τ.Ο.ΤΕΕ (Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ).
- 3) Όπου απαιτείται, πρέπει να υπάρχει αυτονομία στη θέρμανση.
- 4) Έλεγχος της θερμοκρασίας με θερμοστάτη ανά κλιματική ζώνη του κτιρίου.
- 5) Θερμομέτρηση με θερμιδομετρητή, για την καταγραφή της δαπάνης για τη θερμική ενεργειακή κατανάλωση. ³⁴

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΟΥ, ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Το υπό μελέτη κτίριο αφορά μία ισόγεια μονοκατοικία με Νότιο προσανατολισμό, **4 κατοίκων**, συνολικού εμβαδού 200 τ.μ. Τα δωμάτια που το αποτελούν είναι **μία σαλοτραπεζαρία, μια κουζίνα, δύο λουτρά** (μπάνιο + WC) και **τρία υπνοδωμάτια**. Το κτίριο αυτό χτίστηκε το 1990, η μόνωσή του είναι σχετικά μέτρια και αποτελείται από επίπεδη οροφή. Για την ανάλυση του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό RETScreen 4 και οι περιοχές που αφορούν την παρούσα μελέτη είναι το Ηράκλειο Κρήτης, η Ζάκυνθος και η Θεσσαλονίκη, που ανήκουν στις κλιματικές ζώνες του KENAK Α', Α' και Γ' αντίστοιχα. Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4.1.1) καταγράφονται τα χαρακτηριστικά του εν λόγω κτιρίου, όπως καταχωρήθηκαν στο λογισμικό.

	Βασική περίπτωση				Προτεινόμενη περίπτωση				Αύξηση αρχικού κόστους	
	Βόρεια	Ανατολή	Νότιος	Δυτικά	Βόρεια	Ανατολή	Νότιος	Δυτικά		
Κτιριακό κέλυφος										
Βόρεια από το κτίριο	180				180				<input checked="" type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη	
Ωράριο	Ωράριο 1				Ωράριο 1					
Περιγραφή	24/7				24/7					
Τοίχοι										
Επιφάνεια	m ²	30	40	70	40	30	40	70	40	
Συντελεστής R	m ² - °C/W	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	€ <input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Παράθυρο										
Επιφάνεια	m ²	9	12	19	9	9	12	19	9	
Συντελεστής R	m ² - °C/W	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	€ <input type="text"/>
Συντελεστής ηλιακού κέρδους		0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	
<input type="checkbox"/> Σκίαση - εποχή χρησιμοποίησης										
<input checked="" type="checkbox"/> Θύρες										
Επιφάνεια	m ²	6	12	12	6	6	12	12	6	
Συντελεστής R	m ² - °C/W	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	€ <input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Οροφή										
Επιφάνεια	m ²	200			200					
Συντελεστής R	m ² - °C/W	0,9			0,9			€ <input type="text"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> Δάπεδο										
Επιφάνεια	m ²	200			200					
Συντελεστής R	m ² - °C/W	0,9			0,9			€ <input type="text"/>		
<input type="checkbox"/> Τοίχος - υπόγειο										
<input type="checkbox"/> Πάτωμα - υπόγειο										

Εικόνα 4.1.1: Χαρακτηριστικά κτιρίου

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω χαρακτηριστικά του κτιρίου, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Θερμική αντίσταση κελύφους: **1,5 m² * °C / W**
- Θερμική αντίσταση οροφής: **0,9 m² * °C / W**
- Θερμική αντίσταση ανοιγμάτων (πόρτες – παράθυρα): **2,86 m² * °C / W**

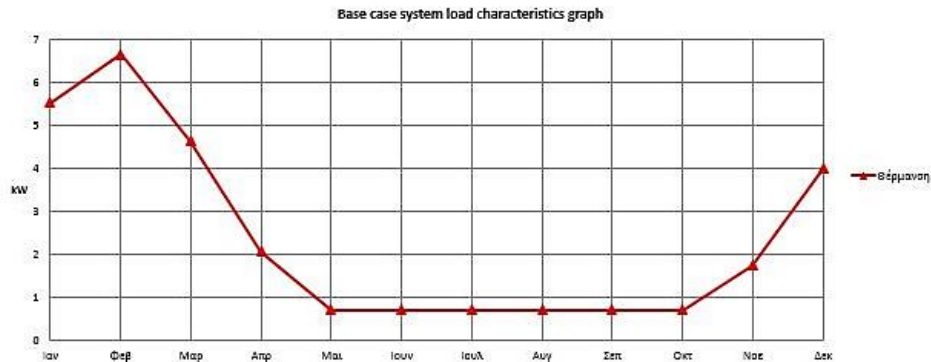
Έχοντας εισάγει τα χαρακτηριστικά του κτιρίου, το επόμενο βήμα είναι η 'τοποθέτηση' του υπό μελέτη κτιρίου στις αντίστοιχες πόλεις, έτσι ώστε να υπάρχει ακρίβεια στα κλιματικά δεδομένα και στη θερμοκρασία, που θα λάβει χώρα η παρούσα μελέτη. Η μελέτη ξεκινάει με την πόλη του *Ηρακλείου*, όπου η θερμοκρασία στην οποία θα βασιστεί η έρευνα είναι **6,9 °C**. Για τη θερμοκρασία αυτή προκύπτει από τους υπολογισμούς του λογισμικού ότι το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για τη θέρμανση στο Ηράκλειο είναι **55 W/m²** και η απαιτούμενη ενέργεια ετησίως είναι **22 MWh**.

Αντίστοιχα για το νησί της *Ζακύνθου*, όπου η θερμοκρασία βάσει της οποίας θα γίνει ο σχεδιασμός, ανέρχεται στους **7,5 °C**. Αναλόγως, το απαιτούμενο θερμικό φορτίο που προκύπτει είναι **50 W/m²** και η ανάλογη ετήσια απαιτούμενη ενέργεια **20 MWh**.

Τέλος, για την πόλη της *Θεσσαλονίκης* η θερμοκρασία είναι **-1,9 °C**. Αντιστοίχως, οι υπολογισμοί του λογισμικού καταλογίζουν το θερμικό φορτίο στα **65 W/m²** και την απαιτούμενη ενέργεια ετησίως στις **32 MWh**.

Παράλληλα, λαμβάνοντας υπόψιν τη μέθοδο κατανομής των θερμικών φορτίων ανά μήνα, οι υπολογισμοί για την πόλη του *Ηρακλείου*, δίνονται από το λογισμικό όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4.1.2).

Μήνας	Μέσο φορτίο θέρμανσης kW
Ιανουάριος	6
Φεβρουάριος	7
Μάρτιος	5
Απρίλιος	2
Μαϊός	1
Ιούνιος	1
Ιούλιος	1
Αύγουστος	1
Σεπτέμβριος	1
Οκτώβριος	1
Νοέμβριος	2
Δεκέμβριος	4
Αιχμή φορτίου - στιγμή	11



Εικόνα 4.1.2: Θερμικό φορτίο ανά μήνα (Ηράκλειο)

Οι πληροφορίες που μας δίνει το παραπάνω διάγραμμα αφορούν αφενός την ετήσια ισχύ που θα πρέπει να αποδίδει το θερμικό σύστημα του κτιρίου στην τοποθεσία του *Ηρακλείου*, η οποία είναι **11KW**. Αφετέρου, με τα ισχύοντα δεδομένα, το άθροισμα του μέσου φορτίου θέρμανσης ανέρχεται στα **32 KW**, και το φορτίο θέρμανσης του Φεβρουαρίου, που είναι ο απαιτητικότερος μήνας σε θέρμανση για την πόλη του Ηρακλείου, αποτελεί το **21,9%** του αθροίσματος. Με αυτό τον τρόπο υπολογίζεται η ενεργειακή ισχύς για το μήνα Φεβρουάριο, η οποία είναι η εξής:

$$0,219 * 22(\text{MWh}) = 4,82 \text{ MWh}$$

Αν λάβουμε υπόψιν ότι η θέρμανση λειτουργεί για 10 ώρες την ημέρα κατά μέσο όρο, τότε η ισχύς του συστήματος θέρμανσης προκύπτει από τον εξής τύπο:

**(Μηνιαία ενέργεια) / (ημέρες ανά μήνα * ώρες λειτουργίας τη μέρα) =
(ενεργειακή ισχύς συστήματος θέρμανσης)**

Με τα δεδομένα της έρευνας αυτό αντιστοιχεί στην ακόλουθη εξίσωση:

$$4,82 / (28 * 10) = 0,017\text{MW} = 17 \text{ KW}$$

Επαναλαμβάνοντας την ίδια ακριβώς διαδικασία και για τις υπόλοιπες πόλεις και συνοψίζοντας τους προαναφερθέντες υπολογισμούς, προκύπτουν τα εξής στοιχεία διαστασιολόγησης της θέρμανσης και στις τρεις περιοχές της έρευνας:

Ηράκλειο:

- ενεργειακή ισχύς Φεβρουαρίου: **4,82 MWh**
- ενεργειακή ισχύς συστήματος θέρμανσης: **17 KW**

Ζάκυνθος:

- ενεργειακή ισχύς Φεβρουαρίου: **4,66 MWh**
- ενεργειακή ισχύς συστήματος θέρμανσης: **16,6 KW**

Θεσσαλονίκη:

- ενεργειακή ισχύς Ιανουαρίου: **6,91 MWh**
- ενεργειακή ισχύς συστήματος θέρμανσης: **22 KW**

Έχοντας υπολογίσει τις ενεργειακές ανάγκες για το συγκεκριμένο κτίριο στις αντίστοιχες περιοχές, θα μελετηθεί στο επόμενο κεφάλαιο το κόστος για την εγκατάσταση των συστημάτων θέρμανσης, με βάση την παρούσα διαστασιολόγηση, σε κάθε περιοχή ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ

5.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ)

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται επιλογή του καλύτερου συνδυασμού ποιότητας και τιμής προϊόντων από διάφορες προσφορές τεχνικών εταιρειών. Επίσης λαμβάνεται υπόψιν πως το κοινότερο σύστημα μεταφοράς της θερμότητας από το λεβητοστάσιο προς τους χώρους του κτιρίου, είναι το θερμαντικό σώμα (καλοριφέρ). Για τους χώρους των *μπάνιων* επιλέχθηκαν καλοριφέρ ισχύος **1 KW**, ενώ στους *υπόλοιπους χώρους* τοποθετήθηκαν καλοριφέρ ισχύος **1 KW** και **2 KW**, ανάλογα με την εκάστοτε διαστασιολόγηση και η διατομή των σωληνώσεων διανομής νερού και για τις τρεις κατηγορίες διαστασιολόγησης είναι **Φ32 x 3**.

Στην περιοχή του *Ηρακλείου Κρήτης* (Ζώνη ΚΕΝΑΚ Α'), όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η ενεργειακή ισχύς για τη θέρμανση της κατοικίας είναι 17 KW. Αυτό σημαίνει πως η κατανομή των καλοριφέρ με συνολική ισχύ 17KW θα έχει ως εξής:

- Υπνοδωμάτιο Α: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(90€)**
- Υπνοδωμάτιο Β: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(90€)**
- Υπνοδωμάτιο Γ: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW **(60€)**
- Μπάνιο: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW **(150€)**
- WC: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW **(150€)**
- Κουζίνα: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(90€)**
- Σαλοτραπεζαρία: x4 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(4 x 90€)**

Οι *σωληνώσεις* που θα συνδέουν το κύκλωμα των καλοριφέρ με την εγκατάσταση θέρμανσης έχουν συνολικό μήκος 180 μέτρα και με την τιμή του

τρέχοντος μέτρου στα 2,2€ το συνολικό κόστος ισούται με **396€**. Οπότε αν στο κόστος για την εγκατάσταση των καλοριφέρ (990€) προσθέσουμε το κόστος για όλα τα εξαρτήματα της συνδεσμολογίας των καλοριφέρ, που ανέρχεται στα **500€**, το κόστος του συστήματος διανομής ανέρχεται στα **1.490€** και συνολικά με το κόστος των σωληνώσεων ισοδυναμεί με **1.886€**.

Παράλληλα, το επόμενο μέρος της μελέτης αφορά την *εγκατάσταση του λεβητοστασίου*. Όπως αναλύθηκε στις προηγούμενες σελίδες (κεφάλαιο 2.1) το λεβητοστάσιο αποτελείται από: *λέβητα, καυστήρα, Boiler, δοχείο διαστολής, πίνακας ελέγχου, κυκλοφορητής, ηλεκτροβάνες*. Για την περίπτωση του Ηρακλείου Κρήτης, όπου η απαιτούμενη θερμική ισχύς είναι 17 KW, το κόστος για την εγκατάσταση ενός **λέβητα πετρελαίου** ανέρχεται στα **2.000€**. Συμπληρωματικά, το κόστος για τα υπόλοιπα μέρη του λεβητοστασίου ανέρχονται στα **950€**, φτάνοντας τα συνολικό κόστος στα **2.950€**.

Αντίστοιχα, η τιμή για την εγκατάσταση ενός **λέβητα φυσικού αερίου** φτάνει τις **4.500€** και συνολικά με τα υπόλοιπα μέρη της εγκατάστασης το κόστος ανέρχεται στα **5.450€**. Στην περίπτωση του φυσικού αερίου, υπάρχει περεταίρω κόστος στην εγκατάσταση, το οποίο αφορά τα τέλη σύνδεσης, τα οποία είναι **542€**, οπότε το τελικό κόστος για την εγκατάσταση του συστήματος του φυσικού αερίου μαζί με τα τέλη σύνδεσης ανέρχεται στα **5.992€**. Η τιμή αυτή είναι προσεγγιστική, αν αναλογιστούμε ότι στο Ηράκλειο Κρήτης δεν υπάρχουν προς το παρών εγκαταστάσεις αγωγών φυσικού αερίου.

Για την περίπτωση της θέρμανσης με **επίπεδο ηλιακό υαλοκάλυπτο συλλέκτη βεβιασμένης κυκλοφορίας**, χρησιμοποιήθηκε εκ νέου το λογισμικό RETScreen 4, λαμβάνοντας υπόψιν την κλίση των συλλεκτών στις 45° προς το

νότο, και με συνολική επιφάνεια στα 36 τ.μ (18 συλλέκτες των 2 τ.μ. έκαστος) . Εισάγοντας τα στοιχεία για τους κατοίκους (4), τα λίτρα της κατανάλωσης του θερμαινόμενου υγρού (7500 λίτρα), την επιθυμητή θερμοκρασία του στους 60°C, τις μέρες λειτουργίας ανά βδομάδα (6) και κάλυψη αναγκών στο 80% (Εικόνα 5.1.1) το κόστος για τους **συλλέκτες (3.600€)**, τα **boilers με δύο εναλλάκτες 3 των 2000lt και 1 των 1500lt (9.050€)**, τον **κυκλοφορητή (50€)** και τα **εξαρτήματα ασφαλείας (930€)** ανέρχεται στα **13.630€**.

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		Κατοικία	
Αριθμός μονάδων	Κάτοικος	4	
Ποσοστό κατοίκησης	%	100%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	Λ/ημ	240	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	Λ/ημ	7500	7500
Θερμοκρασία	°C	60	60
Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6	6
□ Ποσοστό χρήσης μήνα			
Μέθοδος θερμοκρασίας παραχής		Τύπος	
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	16,0	
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	20,9	
Ζήτηση θερμότητας	Μονάδα MWh	Βασική περίπτωση 4,82	Προτεινόμενη περίπτωση 4,82

Εικόνα 5.1.1: Χαρακτηριστικά φορτίου ηλιακού συστήματος (Ηράκλειο)

Συνοψίζοντας τα προαναφερθέντα, το τελικό κόστος για την εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης (χωρίς απρόβλεπτα έξοδα και αμοιβή μηχανολόγου μηχανικού) σε κατοικία στο *Ηράκλειο Κρήτης* έχει ως εξής:

- Θέρμανση με λέβητα πετρελαίου: **4.836 €**
- Θέρμανση με λέβητα φυσικού αερίου: **7.878 €**
- Θέρμανση με επίπεδο ηλιακό υαλοκάλυπτο συλλέκτη βεβιασμένης κυκλοφορίας: **15.516 €**

5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΖΑΚΥΝΘΟΣ)

Στην περίπτωση της Ζακύνθου, η οποία βρίσκεται στην ίδια κλιματική ζώνη ΚΕΝΑΚ με το Ηράκλειο Κρήτης (Ζώνη Α'), η ενεργειακή ισχύς για τη θέρμανση της προτεινόμενης κατοικίας είναι 16,6 KW, το οποίο στρογγυλοποιείται στα 17 KW. Αυτό σημαίνει πως η κατανομή των σωμάτων διανομής της θερμότητας θα είναι ίδια με την περίπτωση του Ηρακλείου και έχει ως εξής:

- Υπνοδωμάτιο Α: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(90€)**
- Υπνοδωμάτιο Β: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(90€)**
- Υπνοδωμάτιο Γ: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW **(60€)**
- Μπάνιο: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW **(150€)**
- WC: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW **(150€)**
- Κουζίνα: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(90€)**
- Σαλοτραπεζαρία: x4 καλοριφέρ ισχύος 2 KW **(4 x 90€)**

Αναλόγως, το κόστος για την εγκατάσταση των καλοριφέρ, της συνδεσμολογίας και των σωληνώσεων ανέρχεται στα **1886€**.

Στις ίδιες τιμές ανέρχεται και το κόστος για την εγκατάσταση **λέβητα πετρελαίου**, δηλαδή στα **2.000€**.

Στην περίπτωση όμως της εγκατάστασης **λέβητα φυσικού αερίου**, όπως και στο Ηράκλειο Κρήτης, η μελέτη αφορά μελλοντική σύνδεση του νησιού με αγωγούς φυσικού αερίου. Προσεγγιστικά λοιπόν, η τιμή της εγκατάστασης λέβητα φυσικού αερίου καθώς και τέλους σύνδεσης ανέρχεται στα **5.992€**.

Η εγκατάσταση **επίπεδου ηλιακού υαλοκάλυπτου συλλέκτη βεβιασμένης κυκλοφορίας**, σύμφωνα με το λογισμικό RETScreen (Εικόνα

5.2.1) αφορά τα ίδια χαρακτηριστικά που εισήχθησαν και στην περίπτωση του Ηρακλείου.

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		Κατοικία	
Αριθμός μονάδων	Κάτοικος	4	
Ποσοστό κατοίκησης	%	100%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	240	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	7164	7164
Θερμοκρασία	°C	60	60
Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6	6
□ Ποσοστό χρήσης μήνα			
Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής		Τύπος	
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	16,4	
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	21,4	
Ζήτηση θερμότητας	Μονάδα MWh	Βασική περίπτωση 4,66	Προτεινόμενη περίπτωση 4,66

Εικόνα 5.2.1: Χαρακτηριστικά φορτίου ηλιακού συστήματος (Ζάκυνθος)

Όπως φαίνεται και στο λογισμικό, η ζήτηση της θερμικής ισχύος του ηλιακού συστήματος είναι ίδια με την περίπτωση του Ηρακλείου, με την διαφορά ότι απαιτούνται **7.200lt** και θα χρησιμοποιηθούν **boilers με δύο εναλλάκτες 3 των 2000lt, 1 των 1000lt και 1 των 200lt (8.890€)**. Το κόστος για την εγκατάσταση του συνολικού εξοπλισμού ανέρχεται εξίσου στα **15.356€**.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, την περίπτωση της εγκατάστασης συστημάτων θέρμανσης στο νησί της *Ζακύνθου* (χωρίς απρόβλεπτα έξοδα και αμοιβή μηχανολόγου μηχανικού) το τελικό κόστος έχει ως εξής:

- Θέρμανση με λέβητα πετρελαίου: **4.836 €**
- Θέρμανση με λέβητα φυσικού αερίου: **7.878 €**
- Θέρμανση με επίπεδο ηλιακό υαλοκάλυπτο συλλέκτη βεβιασμένης κυκλοφορίας: **15.356€.**

5.3 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ)

Η ενεργειακή ισχύς για τη θέρμανση στην περιοχή της Θεσσαλονίκης (Ζώνη ΚΕΝΑΚ Γ') ανέρχεται στα 22 KW. Έτσι η κατανομή των συστημάτων διανομής της θερμότητας είναι η ακόλουθη:

- Υπνοδωμάτιο Α: x2 καλοριφέρ ισχύος 2 KW (**2 x 90€**)
- Υπνοδωμάτιο Β: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW (**90€**) + x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW (**60€**)
- Υπνοδωμάτιο Γ: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW (**90€**) + x1 Καλοριφέρ ισχύος 1 KW (**60€**)
- Μπάνιο: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW (**150€**)
- WC: x1 καλοριφέρ ισχύος 1 KW (**150€**)
- Κουζίνα: x1 καλοριφέρ ισχύος 2 KW (**90€**)
- Σαλοτραπεζαρία: x4 καλοριφέρ ισχύος 2 KW (**4 x 90€**)

Επομένως το κόστος για την εγκατάσταση (1230 €) και τη συνδεσμολογία του συστήματος διανομής (500€) ανέρχεται στα **1.730€** και συνολικά με το κόστος των σωληνώσεων ισοδυναμεί με **2.126€**.

Αντίθετα, το κόστος για το **λέβητα πετρελαίου** ανέρχεται στα **2.100€** και συνολικά με τα εξαρτήματα που αποτελούν το λεβητοστάσιο (**+ 950€**) το κόστος ανέρχεται στα **3.050€**.

Στην περίπτωση της **θέρμανσης με φυσικό αέριο**, η περιοχή της Θεσσαλονίκης δεν απαιτεί τέλη σύνδεσης για καινούριες παροχές το έτος 2018. Αυτό σημαίνει πως το κόστος της εγκατάστασης συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο αναλύεται σε κόστος αγοράς και εγκατάστασης του λέβητα στα

4.650€ και κόστος αγοράς και εγκατάστασης των επί μέρους συστημάτων **(+950€)** και συνολικά ανέρχεται στα **5.600€**.

Η θέρμανση με **επίπεδο ηλιακό υαλοκάλυπτο συλλέκτη βεβιασμένης κυκλοφορίας**, περιλαμβάνει τις τιμές για το κόστος εγκατάστασης για του συλλέκτες **(3600€)** τα **boilers με δύο εναλλάκτες 4 των 2000lt, 1 των 1000lt και 1 των 500lt (11.610€)** συνολικής χωρητικότητας **9.500lt**

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		Κατοικία	
Αριθμός μονάδων	Κάτοικος	4	
Ποσοστό κατοίκησης	%	100%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	240	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	9460	9460
Θερμοκρασία	°C	60	60
Ημέρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6	6
<input type="checkbox"/> Ποσοστό χρήσης μήνα			
Μέθοδος θερμοκρασίας παραχής		Τύπος	
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	11,9	
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	19,0	
Ζήτηση θερμότητας	ΜWh	6,91	6,91

Εικόνα 5.3.1: Χαρακτηριστικά φορτίου ηλιακού συστήματος (Θεσσαλονίκη)

Συνοπτικά λοιπόν, το κόστος για τα τρία συστήματα θέρμανσης στην περιοχή της *Θεσσαλονίκης* (χωρίς απρόβλεπτα έξοδα και αμοιβή μηχανολόγου μηχανικού) καταγράφεται ως εξής:

- Θέρμανση με λέβητα πετρελαίου: **5.176 €**
- Θέρμανση με λέβητα φυσικού αερίου: **7.726 €**
- Θέρμανση με επίπεδο ηλιακό υαλοκάλυπτο συλλέκτη βεβιασμένης κυκλοφορίας: **18.316 €**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, μελετάται το **ετήσιο κόστος λειτουργίας** του κάθε συστήματος θέρμανσης και στις τρεις περιοχές ξεχωριστά, καθώς επίσης και το **ποσό εξοικονόμησης για την επόμενη δεκαετία**. Για να γίνει αυτό λαμβάνουμε αρχικά υπόψιν τα εξής δεδομένα:

- Κόστος λειτουργίας λέβητα πετρελαίου: **0,094€ / KWh**
- Κόστος λειτουργίας λέβητα φυσικού αερίου: **0,076€ / KWh**
- Κόστος λειτουργίας ηλιακού συλλέκτη: **0€ / KWh**

Με τα δεδομένα αυτά για την πόλη του *Ηρακλείου*, όπου η ετήσια απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση ανέρχεται στις **22 MWh**, το ετήσιο κόστος λειτουργίας, που προκύπτει, είναι το ακόλουθο:

- Λέβητας πετρελαίου: **2.068€**
- Λέβητας φυσικού αερίου: **1.672€**
- Ηλιακός συλλέκτης: **0€**

Αναλόγως, στο νησί της *Ζακύνθου*, με απαιτούμενη θερμική ενέργεια ετησίως στις **20 MWh**, το κόστος λειτουργίας ανά έτος έχει ως εξής:

- Λέβητας πετρελαίου: **1.880€**
- Λέβητας φυσικού αερίου: **1.520€**
- Ηλιακός συλλέκτης: **0€**

Τέλος, για την περιοχή της *Θεσσαλονίκης*, με τη μεγαλύτερη ζήτηση για ετήσια θερμική ενέργεια στις **32 MWh**, το λειτουργικό κόστος διαμορφώνεται ως εξής:

- Λέβητας πετρελαίου: **3.008€**
- Λέβητας φυσικού αερίου: **2.432€**
- Ηλιακός συλλέκτης: **0€**

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως, και στις τρεις περιοχές, ανεξάρτητα με την κλιματική ζώνη που ανήκουν, η ιδανική πρόταση από άποψη κόστους για την εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης είναι η θέρμανση με λέβητα πετρελαίου. Σαν πρόταση με μηδενικό κόστος λειτουργίας αλλά αρκετά υψηλό κόστος εγκατάστασης, η ιδανικότερη λύση είναι το σύστημα θέρμανσης με ηλιακό συλλέκτη. Αυτό όμως δεν συμβάλει μόνο στη εξοικονόμηση του κόστους λειτουργίας, αλλά στην προστασία του περιβάλλοντος και στο γεγονός ότι η ηλιακή ενέργεια είναι ένα αγαθό που μας παρέχεται δωρεάν και είναι ανεξάντλητο, τουλάχιστον για μερικά εκατομμύρια χρόνια ακόμα.

Εναλλακτικά, το φυσικό αέριο καθίσταται ιδανικότερο από άποψη κόστους εγκατάστασης, κόστους λειτουργίας και ρύπανσης του περιβάλλοντος, καθώς κατά την καύση του δεν παράγονται τα θερμοκηπιακά αέρια, που συμβάλλουν στην καταστροφή του όζοντος και δεν τίθεται σε κίνδυνο η ανθρώπινη υγεία.

Σε βάθος δεκαετίας, η εξοικονόμηση που γίνεται στη λειτουργία λέβητα φυσικού αερίου συγκριτικά με το λέβητα πετρελαίου είναι αρκετά εμφανής και στις τρεις περιοχές της μελέτης και παρουσιάζεται ως εξής:

Στο *Ηράκλειο Κρήτης*, το κόστος για τη λειτουργία του **λέβητα πετρελαίου** σε βάθος δεκαετίας είναι: **$2.068 \times 10 = 20.680€$**

Αντίστοιχα το κόστος λειτουργίας **λέβητα φυσικού αερίου** σε βάθος δεκαετίας είναι: **$1.672 \times 10 = 16.720€$**

Οπότε σε βάθος δεκαετίας εξοικονομούμε **3.690€** αν εγκαταστήσουμε λέβητα φυσικού αερίου, ποσό που αντιστοιχεί περίπου στη διαφορά εγκατάστασης λέβητα πετρελαίου και λέβητα φυσικού αερίου.

Στην περιοχή της *Ζακύνθου* το λειτουργικό κόστος για το **λέβητα πετρελαίου** σε βάθος δεκαετίας ισοδυναμεί με: **$1.880 \times 10 = 18.800€$** .

Αναλόγως, το λειτουργικό κόστος για το **λέβητα φυσικού αερίου** είναι το εξής: **$1.520 \times 10 = 15.200€$** .

Επομένως το ποσό που εξοικονομούμε στην περίπτωση της Ζακύνθου ανέρχεται στα **3.600€**, ποσό που εξίσου αντιστοιχεί περίπου στη διαφορά εγκατάστασης λέβητα πετρελαίου και λέβητα φυσικού αερίου.

Τέλος, στην περιοχή της *Θεσσαλονίκης*, το κόστος λειτουργίας για το **λέβητα πετρελαίου** σε βάθος δεκαετίας είναι το εξής: **$3.008 \times 10 = 30.080€$** .

Αντίστοιχα, το λειτουργικό κόστος για το **λέβητα φυσικού αερίου** ανέρχεται στις: **$2.432 \times 10 = 24.320€$** .

Στην περίπτωση αυτή το ποσό της διαφοράς είναι σχεδόν το διπλάσιο από τη διαφορά εγκατάστασης λέβητα πετρελαίου και λέβητα φυσικού αερίου και ισούται με **5.760€**.

Με το πέρας της μελέτης ολοκληρώνεται η παρούσα πτυχιακή εργασία, κατά την οποία αρχικά αναλύθηκαν τα προαναφερθέντα θερμικά συστήματα, τα μέρη που τα αποτελούν, καθώς και οι ιδιότητές τους. Παράλληλα, αναφέρθηκαν τα ενεργειακά πρότυπα που ισχύουν παγκοσμίως, στην Ευρώπη καθώς και στην Ελλάδα, με τη αρωγή των οποίων κατατάχθηκαν οι περιοχές της μελέτης σε κλιματικές ζώνες, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Επιπλέον, με τη

χρήση του λογισμικού RETScreen 4, έγινε η προσομοίωση της κατοικίας, στην οποία προτάθηκε η μελέτη της θέρμανσης και προέκυψαν τα δεδομένα για κάθε τύπο θερμικού συστήματος. Με την τεχνοοικονομική μελέτη προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα, με τα οποία παρατηρείται το κόστος εγκατάστασης και το κόστος λειτουργίας για κάθε σύστημα σε κάθε περιοχή ξεχωριστά.

Τα αποτελέσματα αυτά αναδεικνύουν τη σημαντικότητα της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας και ZNX, με τα συστήματα των ηλιακών συλλεκτών, οι οποίοι είναι πολύ διαδεδομένοι σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες. Εξίσου σημαντική είναι και η εξοικονόμηση της ενέργειας και του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για το μέσο χρόνο ζωής των συστημάτων αυτών, καθώς μπορεί και να υπερβεί τα 30 χρόνια.

Τέλος, ακόμη ένα σημαντικό συμπέρασμα από την παρούσα εργασία είναι η εξοικονόμηση που γίνεται σε κόστος αλλά και σε ρύπους από την χρήση του φυσικού αερίου σαν μέσο παραγωγής θερμότητας, συγκριτικά με το πετρέλαιο. Το συμπέρασμα αυτό συνδέεται με το γεγονός ότι το δίκτυο του φυσικού αερίου επεκτείνεται προς τη νησιωτική Ελλάδα, και μέχρι το 2021 μεγάλα νησιά όπως η Κρήτη, η Ρόδος και η Χίος, αλλά και πόλεις της ηπειρωτικής Ελλάδας όπως η Πάτρα θα συνδεθούν με αγωγούς φυσικού αερίου. ³⁵

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) ΤΕΕ. (2011). *Εισαγωγή στον τομέα της ενέργειας. Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών [Α. επιθεώρηση κτηρίων]*. Θεματική ενότητα ΔΕ1. Α' έκδοση. Αθήνα, Ιούνιος 2011.
- 2) www.astronomia.gr
- 3) www.oecd.org
- 4) Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2014). *Ενέργεια. Μία βιώσιμη ασφαλής και οικονομικά προσιτή ενέργεια για τους Ευρωπαίους*. Λουξεμβούργο, 2014.
- 5) www.ypeka.gr
- 6) www.nationalacademies.org
- 7) www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SFA40/2012
- 8) Δήμος Λαρισαίων. (2014). *Τεχνική Περιγραφή Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων Νηπιαγωγείο Τερψιθέας*. Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών.
- 9) ΤΕΕ. (2011). *Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης. Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών [Β. επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης]*. Θεματική ενότητα ΘΚ2. Α' έκδοση. Αθήνα, Ιούνιος 2011.
- 10) www.telethermansi.gr
- 11) www.aerioattikis.gr/el/to-fisiko-aerio-ti-ine-to-fisiko-aerio
- 12) www.aenaos-sa.gr/levites-sympiknosis-kaysaerion
- 13) www.ktirio.gr
- 14) www.tekfa.gr
- 15) www.telethermansi.gr
- 16) www.tekfa.gr
- 17) www.tekfa.gr
- 18) www.cres.gr/kape/education/thermika%20Hliaka.pdf
- 19) www.e-polaris.gr

- 20) www.cres.gr/kape/publications
- 21) ΤΕΕ. (2011). *Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών [Α. επιθεώρηση κτιρίων]*. Θεματική ενότητα ΔΕ4. Α' έκδοση. Αθήνα, Ιούνιος 2011.
- 22) www.domesticpower.gr/product.php?productid=89
- 23) www.myclima.gr/product/εναλλάκτες-χαλκού-inox
- 24) www.philipporoulos.gr/πλακοειδείς-εναλλάκτες/sondex-πλακοειδείς-εναλλάκτες-θερμότητας.html
- 25) www.philipporoulos.gr/αυλωτοί-εναλλάκτες/armstrong-flo-rite-temp-αυλωτοί-εναλλάκτες-θερμότητας.html
- 26) www.aenaos-sa.gr/diplo-iliako-kit-me-thermostati
- 27) www.venmantech.gr
- 28) www.monachos.gr/forum/content.php/319-Βαλβίδα-ασφαλείας
- 29) www.alphaclimagr.gr/product/973745/general-st-700-diaforikos-thermostatis-iliakwn-thermansis.html
- 30) www.solarinstitute.gr/wp-content/uploads/pdf/IHT%2010o%20Synedrio%20F%20Tomos.pdf
- 31) library.e.abb.com
- 32) ktm.cres.gr/index.php/nomoi-kai-protypa/texnikes-prodiagrafes/protypa
- 33) Παπακώστας, Κ.Τ., (1999). *Εκτίμηση της Κατανάλωσης Ενέργειας για Θέρμανση Κατοικιών με τη Μέθοδο Βαθμομερών Μεταβλητής Βάσης*, Πρακτικά 6ου Εθνικού Συνεδρίου ΙΗΤ για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Τόμος Α, Βόλος, 1999.
- 34) library.tee.gr/digital/m2414/m2414_gaglia.pdf
- 35) www.capital.gr/oikonomia/3281804/fusiko-aerio-se-43-poleis-se-oli-tin-ellada-mexri-to-2021

