

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ

ΤΣΙΠΟΥΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΕΜ: 1097

ΚΟΖΑΝΗ 2013

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> Ενέργεια .....	5
1. Ενέργεια .....	5
1.2 Παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση .....	5
1.2.1 Οικιστική ενεργειακή κατανάλωση .....	7
1.3 Καύσιμα συστημάτων θέρμανσης,ψύξης και ζεστού νερού .....	8
1.4 Επιπτώσεις από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO <sub>2</sub> .....	9
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> Συστήματα Θέρμανσης .....	13
2. Θέρμανση .....	13
2.1 Καυστήρας Πετρελαίου .....	14
2.1.1 Καυστήρες διασκορπισμού υψηλής πίεσης .....	15
2.2 Καυστήρας Pellet.....	22
2.3 Καυστήρας Φυσικού Αερίου .....	26
2.4 Καυστήρας Ξύλου.....	28
2.5 Ενεργειακό Τζάκι .....	30
2.6 Τηλεθέρμανση.....	36
2.7 Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης .....	44
2.7.1 Θερμαντήρες ακτινοβολίας.....	44
2.7.2 Ηλεκτρικά καλοριφέρ.....	44
2.7.3 Αερόθερμα .....	45
2.7.4 Θερμοσυσσωρευτές.....	46
2.8 Αντλίες Θερμότητας .....	47
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> Συστήματα Ψύξης .....	51
3.Ψύξη .....	51
3.1 Αντλία θερμότητας.....	51
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> Συστήματα για Ζεστό Νερό Χρήσης.....	53
4. Ζεστό Νερό Χρήσης .....	53
4.1 Ηλιακός θερμοσίφωνας .....	53
4.2 Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας .....	55
4.3 Συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν παράλληλα και ως συστήματα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης .....	56
4.4 Σύνοψη .....	56
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> Ενεργειακές Ανάγκες Κτηρίων .....	57
Ενεργειακές ανάγκες των υπο μελέτη κτηρίων .....	57

5.1 Το προγραμμα RETScreen .....	57
5.2 Χαρακτηριστικά Οικείας.....	58
5.3 Διαστασιολόγηση συστήματος θέρμανσης .....	62
5.4 Διαστασιολόγηση συστήματος ψύξης .....	64
5.5 Διαστασιολόγηση του συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης .....	67
Κεφάλαιο 6° Τεχνοοικονομική Ανάλυση.....	71
6.1 Κόστος Εγκατάστασης .....	71
6.1.1 Θέρμανση .....	71
6.1.2 Ψύξη .....	76
6.1.3 Ζεστό Νερό Χρήσης .....	76
6.2 Κόστος Λειτουργίας.....	77
6.2.1 Θέρμανση .....	77
6.2.2 Ψύξη .....	88
6.2.3 Ζεστό Νερό Χρήσης .....	93
6.3 Μεταβολή του λειτουργικού κόστους από απρόβλεπτους παράγοντες (what if analysis) .....	96
6.4 Κρίσιμες τιμές λειτουργικού κόστους .....	163
6.5 Συνολικό Κόστος στα 35 χρόνια και απόσβεση συστημάτων .....	165
6.5.1 Θέρμανση .....	165
6.5.2 Ψύξη .....	174
6.5.3 Ζεστό Νερό Χρήσης .....	178
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	180
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	181

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σκοπός της εργασίας είναι η τεχνοοικονομική μελέτη συστημάτων θέρμανσης,ψύξης και ζεστού νερού για τέσσερα σπίτια στις τέσσερις διαφορετικές κλιματικές ζώνες της Ελλάδος που ορίζονται σύμφωνα τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (ΚΕΝΑΚ).

Η προσέγγιση αυτού του θέματος δομείται σε έξι κεφάλαια.Αρχικά σκιαγραφείται το θεωρητικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσονται γενικές έννοιες σχετικά με την ενέργεια και τις επιπτώσεις της μη ορθολογικής της χρήσης.Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται από τα διάφορα συστήματα για θέρμανση χώρων και ζεστού νερού καθώς και από εκείνα της ψύξης.

Σε διαφορετικό κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα κυριότερα συστήματα που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή παγκοσμίως τόσο στη θέρμανση όσο και στη ψύξη και στα ζεστά νερά χρήσης και θα εξεταστούν ως προς το αρχικό κόστος εγκατάστασης, το κόστος λειτουργίας καθώς και τον χρόνο απόσβεσης. Στο τέλος πραγματοποιείται μια προσπάθεια ερμηνείας των δεδομένων καθώς παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα από την επεξεργασία τους.

Στο σημείο αυτό θεωρώ σκόπιμο να επισημάνω ότι η εργασία μου δεν θα είχε εκπληρωθεί χωρίς τη συμπαράσταση,συνεργασία και βοήθεια πολλών ανθρώπων. Γ΄αυτό ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ.Ιωάννη Μπακούρο, αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών και επιβλέπων καθηγητη της διπλωματικής εργασίας για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφερε σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου, καθώς και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ.Γεώργιο Νενέ και τον κ.Σοφοκλή Μακρίδη.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> Ενέργεια**

### **1. Ενέργεια**

Η ενέργεια είναι ίσως από τα σημαντικότερα πράγματα τα οποία χρησιμοποιούμε στη καθημερινή μας ζωή. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τις καθημερινές δραστηριότητες που συνδέονται με την κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας. Η σημαντικότητα της υποτιμήθηκε αρκετά τα τελευταία χρόνια καθώς βρισκόταν σε αφθονία, όμως αυτό πρόκειται να αλλάξει καθώς πλέον έχει τεθεί ως προτεραιότητα η προστασία του περιβάλλοντος και η ορθολογική χρήση της ενέργειας.

Ιστορικά η χρήση της ενέργειας και της τεχνολογίας σηματοδότησε τη μετάβαση στη βιομηχανική εποχή. Σχεδόν οι περισσότερες ανθρώπινες ή ζωτικές δραστηριότητες των εργασιών αντικαταστάθηκαν από τα μηχανήματα. Η ταχύτερη ανάπτυξη των τελευταίων αιώνων στα βιομηχανοποιημένα κράτη οφειλόταν κυρίως στην απεριόριστη χρήση κάρβουνου, αερίου και πετρελίου, δηλαδή στην φθηνή ενέργεια.

Τα τελευταία χρόνια όμως παρατηρείται μια τάση για αύξηση του κόστους της ενέργειας. Αυτό οφείλεται κυρίως στο πετρέλαιο, τα αποθέματα του οποίου εντοπίζονται σε όλο και μεγαλύτερο βάθος, γεγονός που καθιστά ακριβότερη την εξόρυξη του. Επίσης, ένας ακόμη λόγος είναι η ταχύτερη βελτίωση του βιωτικού επιπέδου χαρακτηριστικό παράδειγμα του οποίου είναι η μαζική χρήση του αυτοκινήτου, κάτι που έχει οδηγήσει σε απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Προκειμένου λοιπόν ο άνθρωπος να ανταπεξέλθει στις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες που προκύπτουν καλείται να κάνει ανακαλύψει αποτελεσματικότερους τρόπους διαχείρισης και κατανάλωσης της ενέργειας που χρησιμοποιεί.

### **1.2 Παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση**

Η ενέργεια που καταναλώνεται παγκοσμίως αναφέρεται στην συνολική ενέργεια που καταναλώνεται από τον ανθρώπινο πολιτισμό. Τυπικά μετρείται ανα έτος, περιέχει την συνολική ενέργεια που αξιοποιούμε από κάθε ενεργειακή πηγή, από την κάλυψη καθημερινών ανθρώπινων δραστηριοτήτων έως τον βιομηχανικό και τεχνολογικό τομέα, σε κάθε χώρα. Διάφορα ινστιτούτα (International Energy Agency, Energy Information Administration) καταγράφουν και δημοσιοποιούν τα στοιχεία που σχετίζονται με την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Πρακτορείου Ενέργειας από το 1990 έως το 2008, η μέση ενέργεια που χρησιμοποιείται ανα άνθρωπο αυξήθηκε κατά 10% ενώ ο ανθρώπινος πληθυσμός αυξήθηκε κατά 27%.

Η μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης για την κάθε περιοχή από το 1990 έως το 2008 παρουσιάζεται ως εξής: Στη Μέση Ανατολή παρουσιάζεται αύξηση 170%, στη Κίνα 146%, στην Ινδία 91%, στην Αφρική 70%, την Λατινική Αμερική 66%, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής 20%, στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 μείωση κατά 7% και συνολικά στον κόσμο παρουσιάζεται αύξηση κατά 39%. Το 2008, η συνολική ενεργειακή κατανάλωση ήταν 474 exajoules ( $474 \times 10^{18}$  J). Οι δυνατότητες παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι: Ηλιακή Ενέργεια 1600 EJ, Αιολική Ενέργεια 600 EJ, Γεωθερμική Ενέργεια 500 EJ, Βιομάζα 250 EJ, Υδροηλεκτρική Ενέργεια 50 EJ και Ωκεάνια Ενέργεια 1EJ. Η ενεργειακή κατανάλωση των G20 αυξήθηκε περισσότερο από 5% το 2010 μετά από μία μικρή μείωση το 2009, όπου η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση μειώθηκε για πρώτη φορά μετά από 30 χρόνια κατά 1.1% εξαιτίας της οικονομικής κρίσης. Αυτή η εξέλιξη είναι το αποτέλεσμα δύο αντίθετων τάσεων. Η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης παραμένει έντονη σε διάφορες αναπτυσσόμενες ηπείρους, κυρίως στην Ασία (+4%). Στην Βόρεια Αμερική, την Ευρώπη και την Κοινοπολιτεία Ανεξάρτητων Κρατών, η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 4.5%, 5% και 8.5% αντίστοιχα εξαιτίας της μειωμένης οικονομικής δραστηριότητας. Η Κίνα έγινε ο μεγαλύτερος ενεργειακός καταναλωτής (18% της συνολικής κατανάλωσης) καθώς το 2009 αυξήθηκε κατά 8%. Το πετρέλαιο παραμένει η μεγαλύτερη ενεργειακή πηγή (33%) παρόλο που η τιμή του αυξήθηκε στην πάροδο του χρόνου. Οι γαιάνθρακες έπαιξαν μεγάλο ρόλο στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση καθώς το 2009 αντιστοιχούσαν στο 27% της συνολικής παραγωγής.

Η μελέτη της ενεργειακής κατανάλωσης ανάλογα με τον τομέα μας δίνει τα εξής αποτελέσματα: Βιομηχανικοί χρήστες (γεωργία, ορυχεία, βιομηχανία και κατασκευές) καταναλώνουν περίπου το 28% της συνολικής ενέργειας παγκοσμίως. Οι συγκοινωνίες αντιστοιχούν στο 27% ενώ η ενέργεια που καταναλώνεται στα σπίτια και στις υπηρεσίες αντιστοιχεί στο 36%. Η ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται λόγω των απωλειών εκτιμάται στο 9%.



Εικόνα 1.1.1 Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης ως προς τον τομέα  
(Πηγή: Διεθνές Πρακτορείο Ενέργειας-International Energy Agency)

### 1.2.1 Οικιστική ενεργειακή κατανάλωση

Όπως μπορούμε να δούμε και στο παρακάτω διάγραμμα η ενέργεια που καταναλώνει ένα σπίτι για θέρμανση ψύξη και ζεστό νερό ανέρχεται περίπου στο 65% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2006 από την Διεθνή Ακαδημία των Επιστημών στην Αμερική και δεν απέχει από τα δεδομένα που ισχύουν για μια τυπική Ελληνική οικεία.



Εικόνα 1.2.1 Κανονική της οικιστικής κατανάλωσης ανάλογα με το είδος της συσκευής (Πηγή: Διεθνής Ακαδημία των Επιστημών)

Εάν λοιπόν συνδυάσουμε τα διαγράμματα των εικόνων 1.1 και 1.2 εύκολα αντιλαμβάνεται κάποιος ότι η ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα σπίτι για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό αντιστοιχεί περίπου στο 25% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης. Είναι σημαντικό λοιπόν να βρεθούν τρόποι με τους οποίους οι παραπάνω ενεργειακές ανάγκες θα ικανοποιούνται όσο το δυνατόν πιο οικονομικά γίνεται και αν είναι δυνατόν και οικολογικά έτσι ώστε να αποφευχθεί και η υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος, ένα φαινόμενο που έκανε έντονη την εμφάνιση του τα τελευταία χρόνια κυρίως λόγω της μη ορθολογικής χρήσης της ενέργειας.

### 1.3 Καύσιμα συστημάτων θέρμανσης,ψύξης και ζεστού νερού

Η μεγαλύτερη πλειοψηφία των συστημάτων θέρμανσης,ψύξης και ζεστού νερού έχουν ως καύσιμο οργανικές ενώσεις (ενώσεις που αποτελούνται από άνθρακα) ή πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα.Αν και η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος για την παραγωγή έργου ή θερμότητας δεν εκλύει ουσίες στο περιβάλλον,σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα προκύπτει από τον τρόπο με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται.Ο τρόπος αυτός είναι σε μεγάλο ποσοστό η καύση υδρογονανθράκων.



Εικόνα 1.3.1 Κατανομή παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ανάλογα με το καύσιμο (Πηγή:Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης-OECD)

Όπως παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα το σύνολο των οργανικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ανέρχεται στο 68%.Πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι και στις δύο περιπτώσεις καυσίμων,οργανικών ή ηλεκτρικού ρεύματος, εκλύονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα,το οποίο είναι υπεύθυνο για μια πληθώρα περιβαλλοντικών προβλημάτων,όπως θα δούμε στη συνέχεια.



## 1.4 Επιπτώσεις από τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>

Η τροπόσφαιρα είναι το χαμηλότερο κομμάτι της ατμόσφαιρας, περίπου 10-15 χιλιόμετρα πάχος. Μέσα στην τροπόσφαιρα υπάρχουν αέρια τα οποία ονομάζονται αέρια θερμοκηπίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία φτάσει στη Γη, ένα μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα. Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν ένα μέρος της ακτινοβολίας και την εγκλωβίζουν κοντά στην επιφάνεια της Γης, έτσι ώστε να θερμένεται. Αυτή η διαδικασία, γνωστή και ως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, έχει ανακαλυφθεί πολλά χρόνια πριν και επιβεβαιώθηκε αργότερα μέσα από εργαστηριακά πειράματα και ατμοσφαιρικές μετρήσεις.











Η ζωή όπως την γνωρίζουμε σήμερα υπάρχει μόνο και μόνο εξ' αιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς μέσα από αυτόν τον μηχανισμό ρυθμίζεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σε περίπτωση που δεν υπήρχε το φαινόμενο του θερμοκηπίου ολόκληρη η επιφάνεια της Γης θα καλυπτόταν με πάγο. Η ποσότητα της θερμότητας που εγκλωβίζεται στην τροπόσφαιρα καθορίζει την θερμοκρασία της Γης. Η ποσότητα της θερμότητας στην τροπόσφαιρα εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των διάφορων αερίων του θερμοκηπίου και από την διάρκεια που αυτά τα αέρια παραμένουν στην ατμόσφαιρα. Το πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, οι χλωροφθοράνθρακες, τα οξείδια του νατρίου και το μεθάνιο.

Από τότε που ξεκίνησε η βιομηχανική επανάσταση το 1850, οι ανθρώπινες δραστηριότητες προκάλεσαν την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, όπως οι χλωροφθοράνθρακες και το διοξείδιο του άνθρακα. Αυτό προκάλεσε ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα: οι ποσότητες των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου αυξήθηκαν τόσο πολύ, προκλήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας και το κλίμα άρχισε να αλλάζει. Αυτή η μη φυσιολογική αύξηση της θερμοκρασίας σε όλο τον πλανήτη εξ' αιτίας των αερίων του θερμοκηπίου ονομάστηκε είναι γνωστή και ως υπερθέρμανση. Είναι πιθανό η υπερθέρμανση να ευθύνεται για την αύξηση της έντασης των καταιγίδων και για το λιώσιμο των πάγων στους πόλους, το οποίο θα προκαλέσει την αύξηση της στάθμης της θάλασσας πλυμμηρίζοντας έτσι κατοικημένες περιοχές και δημιουργώντας και άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Μαζί με το υδρογόνο, το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κύριο αέριο του θερμοκηπίου. Ωστόσο, το υδρογόνο δεν εκλύεται κατά τις βιομηχανικές διαδικασίες. Οι άνθρωποι δεν συμβάλλουν στην ποσότητα του υδρογόνου που υπάρχει στον αέρα. Η μόνη μεταβολή που πραγματοποιείται οφείλεται στην αλλαγή φάσης του κατά τον υδρογονικό κύκλο, με αποτέλεσμα να μην σχετίζεται με την παγκόσμια υπερθέρμανση. Στην αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται το 50-60% της παγκόσμιας υπερθέρμανσης. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα αυξήθηκαν από 280 ppm το 1850 σε 364 το 1990. Με άλλα λόγια αυξήθηκαν κατά 30%. Την δεκαετία 1990-2000 τετραπλασιάστηκαν και συνεχίζουν να αυξάνονται με ακόμη μεγαλύτερο ρυθμό.

Οι αιτίες του φαινομένου είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, η καύση οργανικών καυσίμων για την παραγωγή ρεύματος προκαλεί το 70-75% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και είναι ο κύρια πηγή εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα. Το υπόλοιπο 20-25% των εκπομπών προκαλείται από την αποψίλλωση των δασών και τις πυρκαγιές, και τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι περισσότερες εκπομπές που οφείλονται στον βιομηχανικό τομέα προέρχονται από κυρίως από ανεπτυγμένες χώρες όπως

η Κίνα, η Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και η Ευρώπη των 27. Παρακάτω φαίνονται οι δέκα πρώτες χώρες που συμβάλλουν στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

Χώρα	Ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> (σε χιλιάδες τόνους)	Ποσοστό των παγκόσμιων εκπομπών
 Κίνα	7,031,916	23.53%
 Η.Π.Α	5,461,014	18.27%
 Ευρωπαϊκή Ένωση	4,177,817	13.98%
 Ινδία	1,742,698	5.83%
 Ρωσία	1,708,653	5.72%
 Ιαπωνία	1,208,163	4.04%
 Γερμανία	786,66	2.63%
 Καναδάς	544,091	1.82%
 Ιράν	538,404	1.8%
 Ηνωμένο Βασίλειο	522,856	1.75%

Εικόνα 1.4.1 Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> για τις πρώτες δέκα χώρες (Πηγή: Wikipedia)

Οι προβλέψεις για αυτόν τον αιώνα δείχνουν ότι οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα θα συνεχίσουν να αυξάνονται με μεγαλύτερο ρυθμό συνεχίζοντας να προκαλούν ακόμη πιο έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η λήψη μέτρων για περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι πλέον επιτακτική ανάγκη καθώς πρέπει να λάβουμε υπόψη και το γεγονός ότι το διοξείδιο του άνθρακα παραμένει στην ατμόσφαιρα από 50 έως 200 χρόνια.

Η Ισλανδία το 1930 αντιμετώπιζε σοβαρά προβλήματα από την υπερβολική χρήση γαιανθράκων προκειμένου οι κάτοικοι να εξυπηρετήσουν τις καθημερινές ενεργειακές ανάγκες. Το αποτέλεσμα ήταν αφενός η έκκλιση μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα και τέφρας στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση του περιβάλλοντος το οποίο φαίνεται καλύτερα στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 1.4.2 Ισλανδία 1930 (Πηγή: Καύσιμα μεταφορών και ο δρόμος προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Καθηγητής Thrsteinn I. Sigfusson)

Σχεδόν έναν αιώνα αργότερα δεν έχουν αλλάξει πολλά καθώς η Κίνα αν και είναι όχι μόνο η μεγαλύτερη αλλά και πιο γρήγορα αναπτυσσόμενη οικονομία στον κόσμο στην προσπάθεια της να βρεί μια φθηνή ενεργειακή λύση καταφεύγει στην χρήση των γαιανθράκων. Το αποτέλεσμα έχει δύο όψεις καθώς ναί μεν εξυπηρετούνται οι ενεργειακές ανάγκες σε μεγάλο ποσοστό ταυτόχρονα όμως η Κίνα παίρνει και τα πρωτεία για τον πιο μολυσμένο αέρα στην Ασία.



Εικόνα 1.4.3 Κίνα 2013 (Πηγή: Περιοδικό Mags & Tags)

Ένα ακόμη περιβαλλοντικό πρόβλημα που έχει την ρίζα του στις αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα με την διαρκώς αυξημένη συχνότητα εμφάνισής τους. Ένα παράδειγμα είναι οι τυφώνες που πολλές φορές εκτός από τις τεράστιες υλικές ζημιές που προκαλούν στοιχίζουν και ανθρώπινες ζωές. Την τελευταία δεκαετία μόνο η Αμερική χτυπήθηκε δύο φορές από τους ισχυρότατους τυφώνες Sandy και Katrina με συνολικές υλικές ζημιές που ξεπερνούσαν τα 134 δις. δολάρια και την απώλεια 2136 ανθρώπινων ζωών.



Εικόνα 1.4.4 Τυφώνας Κατρίνα 2005 (Πηγή:Us slave)

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Συστήματα Θέρμανσης

### 2. Θέρμανση

Η ανάγκη του ανθρώπου για θέρμανση αν και υπήρχε από την πρώτη στιγμή της ύπαρξης του κατάφερε να εξασφαλιστεί πριν από 4.000.000 χρόνια όταν ανακάλυψε την φωτιά. Η ανακάλυψη της αποτελούσε ένα σημείο καμπής στην ανθρώπινη ιστορία καθώς ήταν δυνατόν πλέον το μαγείρεμα αλλά και η προστασία από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Επιπρόσθετα, έδωσε την δυνατότητα στην επέκταση της ανθρώπινης δραστηριότητας και την νύχτα αλλά παρείχε και προστασία από τους εχθρούς και τους εισβολείς.

Στο πέρασμα των χρόνων ο άνθρωπος ανακάλυψε ότι μπορούσε να εξυπηρετήσει τις θερμικές του ανάγκες με διάφορους τρόπους εκτός από την φωτιά, όπως για παράδειγμα η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας ή τα ζεστα νερά θερμών πηγών. Σήμερα τα συστήματα θέρμανσης έχουν προχωρήσει ακόμη περισσότερο καθώς υπάρχουν πλέον συστήματα καύσης με πολύ υψηλές αποδόσεις όπως οι λέβητες φυσικού αερίου (80-90%) αλλά και συστήματα πιο οικολογικά όπως η γεωθερμία με αποδόσεις που αγγίζουν το 500%.

Η κινητήρια δύναμη της διαδικασίας θέρμανσης είναι η μεταφορά θερμότητας. Η θερμότητα διαχωρίζεται σε δύο είδη την λανθάνουσα και την αισθητή. Η αισθητή σχετίζεται με την θερμοκρασία του αέρα ενώ η λανθάνουσα με την υγρασία του αέρα και πιο συγκεκριμένα με την διεργασία αλλαγής φάσης του νερού από την υγρή φάση στην αέρια και αντιστρόφως. Οι τρόποι μεταφοράς θερμότητας είναι τρεις.

- Αγωγή: Η θερμότητα ρέει μεταξύ δύο ακίνητων σωμάτων από το θερμότερο στο ψυχρότερο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας
- Συναγωγή: Το ένα σώμα είναι ακίνητο ενώ το άλλο είναι ένα κινούμενο ρευστό (π.χ αέρας)
- Ακτινοβολία: Διαδίδεται στο κενό μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

## 2.1 Καυστήρας Πετρελαίου

Οι καυστήρες πετρελαιου είναι μηχανές θέρμανσης που έχουν ως καύσιμο το πετρέλαιο.Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι απλός καθώς το πετρέλαιο ψεκάζεται υπο πίεση.Το πετρέλαιο αναμιγνύεται με τον αέρα που εισέρχεται μέσω ανεμιστήρα και στη συνέχεια αναφλέγεται μέσω σπίθας.

Ο ψεκαστήρας έχει μικρά στόμια από τα οποία διοχετεύεται το υπο πίεση πετρέλαιο.Εξ'αιτίας όμως της διάβρωσης προκύπτουν προβλήματα και έτσι απαιτείται τυπικά η αλλαγή τους κάθε χρόνο.Η κατάταξη των ψεκαστήρων γίνεται ανάλογα με την παροχή καυσίμου που μπορούν να παρέχουν .

Οι καυστήρες πετρελαίου διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Ατμοσφαιρικούς: Καυστήρες όπου το καύσιμο ενώνεται με το οξυγόνο του αέρα που βρίσκεται ελεύθερο στην ατμόσφαιρα ή διοχετεύεται από κάποιο ανεμιστήρα.
- Περιστροφικούς: Πρόκειται για καυστήρες υγρών καυσίμων που πετούσαν το καύσιμο στο χώρο καύσης μέσω περιστρεφόμενων 'ποτηριών'
- Διασκορπισμού: Είναι η πιο συνηθισμένοι και ονομάζονται έτσι γιατί διασκορπίζουν το καύσιμο.Μπορούν να το συμπιέσουν σε μικρή πίεση (7 bar) όπως στην περίπτωση των μη πιεστικών ή σε μεγάλη πίεση (10-20 bar) όπως στην περίπτωση των πιεστικών.

Ένας άλλος διαχωρισμός γίνεται ανάλογα με τις βαθμίδες συμπίεσης ή με τα στάδια της καύσης και έτσι έχουμε μονοβάθμιους,καυστήρες δύο βαθμίδων ή πολυβάθμιους.Η λειτουργία των μη πιεστικών καυστήρων κρίθηκε αντιοικονομική και ρυπογόνα, καθώς ο άτονος διασκορπισμός καυσίμου σε συνδυασμό με την αδυναμία για περισσότερη πίεση στο διοχετευόμενο αέρα είχαν σαν αποτέλεσμα την ατελή καύση του πετρελαίου.Στη θέρμανση έχουν καθιερωθεί κυρίως οι πιεστικοί καυστήρες διασκορπισμού.

Καθοριστικό μέγεθος για τον κάθε καυστήρα είναι η ισχύς.Πιο συγκεκριμένα, ισχύς ονομάζεται η μέγιστη δυνατή κατανάλωση καυσίμου κατά τη λειτουργία του και εκφράζεται συνήθως σε kg/h.

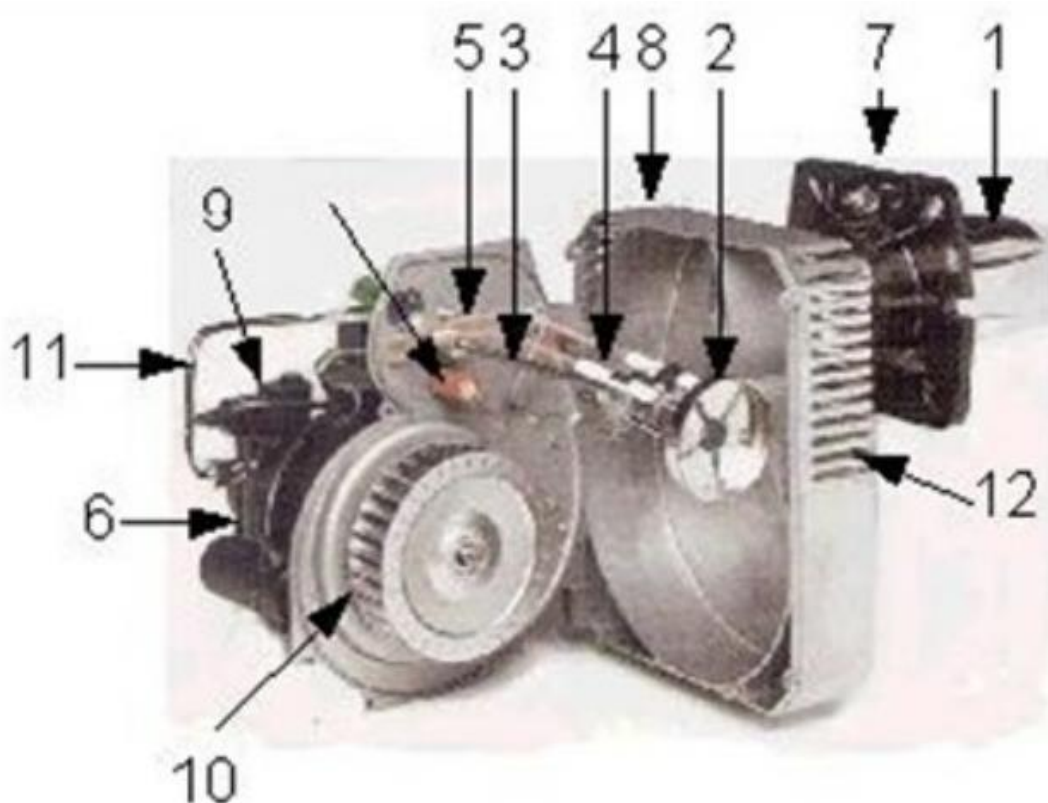
### 2.1.1 Καυστήρες διασκορπισμού υψηλής πίεσης

Ένας καυστήρας πετρελαίου είναι ένα σύνολο εξαρτημάτων και οργάνων που σκοπό έχουν:

- 1.τη προετοιμασία του πετρελαίου προς καύση
- 2.την έναυση του καυσίμου
- 3.τη παροχή του αέρα για την επιτέλεση της καύσης
- 4.τη κατεύθυνση της φλόγας προς την εστία καύσης
5. τον έλεγχο της φλόγας

Οι καυστήρες διασκορπισμού υψηλής πίεσης είναι σχεδόν οι μόνοι που χρησιμοποιούνται σήμερα.Θα τους συναντήσουμε κυρίως σε μονοφασικό κινητήρα όταν η ισχύς τους είναι μέχρι 200000Kcal/h περίπου, ενώ οι μεγαλύτερης ισχύος είναι ως επι το πλείστον τριφασικοί.

Λειτουργικά συστήματα ενός καυστήρα διασκορπισμού υψηλής πίεσης



Εικόνα 2.1.1.1 Καυστήρας πετρελαίου

## 1. Κορμός καυστήρα

Αποτελείται από το κέλυφος του ανεμιστήρα και τις επιφάνειες στήριξης των διάφορων εξαρτημάτων. Η σχεδίαση του κελύφους είναι πολύ σημαντική γιατί από τη διαμόρφωση του εξαρτάται ο επιτυχημένος στροβιλισμός του αέρα και την είσοδο του στο φλογοσωλήνα.

## 2. Κινητήρας καυστήρα

Είναι ένας ηλεκτρικός κινητήρας, μονοφασικός ή τριφασικός ο οποίος κινεί τη φτερωτή του αέρα και την αντλία πετρελαίου με την οποία συνδέεται μέσω ελαστικού συνδέσμου (κόμπλερ) από πλαστικό υλικό. Στους μονοφασικούς κινητήρες συναντάμε πυκνωτή εκκίνησης, ενώ οι τριφασικοί είναι συνήθως εξοπλισμένοι με ηλεκτρονόμο (ρελέ) θερμικής προστασίας. Οι κινητήρες διακρίνονται από την ισχύ και τον αριθμό των στροφών τους ανά λεπτό.

## 3. Φτερωτή καυστήρα ή ανεμιστήρας

Ο ανεμιστήρας στερεώνεται πάνω στον άξονα του κινητήρα. Η φτερωτή του είναι στους πιεστικούς καυστήρες φυγοκεντρικού τύπου. Σκοπός του είναι να διοχετεύσει μέσω της μπούκας την απαιτούμενη προς καύση του πετρελαίου ποσότητα αέρα. Επίσης δημιουργεί μέσα στο θάλαμο καύσης την πίεση που χρειάζεται για την υπερνίκηση των αντιστάσεων του λέβητα. Η πίεση που μπορεί να σηκώσει ο ανεμιστήρας ονομάζεται κατάθλιψη του καυστήρα και πρέπει να είναι κατά το 20% μεγαλύτερη από την αντίθλιψη αντιστάσεων του λέβητα.

## 4. Μετασχηματιστής καυστήρα

Ο μετασχηματιστής αυξάνει την τάση από τα 220 [V] σε 10.000 [V] με σκοπό τη δημιουργία σπινθήρα.

## 5. Αντλία πετρελαίου

Η αντλία είναι σημαντικότερο κομμάτι του συστήματος παροχής καυσίμου σε ένα πιεστικό καυστήρα πετρελαίου θέρμανσης. Είναι συνήθως γραναζωτή και συνδέεται με τον κινητήρα μέσω πλαστικού κόμπλερ.

Ο ρόλος της αντλίας είναι :

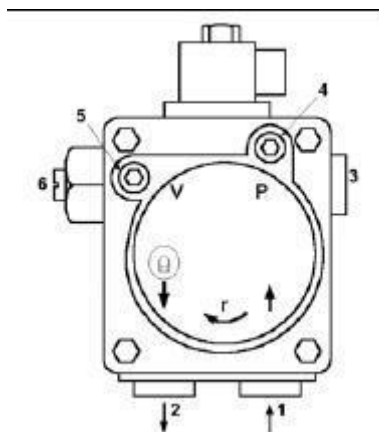
1. Άντληση επαρκούς ποσότητας καυσίμου από τη δεξαμενή πετρελαίου.
2. Φιλτράρισμα του πετρελαίου.
3. Αύξηση της πίεσης του καυσίμου στα 10 – 14 bar για την επίτευξη του επιθυμητού διασκορπισμού.
4. Επιστροφή του καυσίμου που περίσσεψε στη δεξαμενή.

Η υψομετρική διαφορά που μπορεί να έχει η αντλία από τη δεξαμενή εξαρτάται από το μήκος και τη διάμετρο των σωλήνων του καυσίμου. Πάντως σε καμία περίπτωση δεν μπορεί η δεξαμενή να είναι χαμηλότερα από 3,5 μέτρα και ψηλότερα από 4 μέτρα. Για την δεύτερη περίπτωση αν υπάρχει ανάγκη τοποθέτηση της δεξαμενής ψηλότερα από 4 μέτρα θα πρέπει η τροφοδοσία της αντλίας να γίνει με ένα σωλήνα αφού προηγουμένως έχει ενεργοποιηθεί το εσωτερικό By – Pass.



Σε κάθε αντλία διακρίνουμε τις παρακάτω υποδοχές.

1. Εισαγωγής πετρελαίου.
2. Επιστροφής πετρελαίου.
3. Παροχής πετρελαίου προς μπέκ.
4. Υποδοχή εφαρμογής μανομέτρου.
5. Υποδοχή εφαρμογής υποπιεσομέτρου.
6. Ρυθμιστής πίεσης.



Εικόνα 2.1.1.2 Αντλία Πετρελαίου

Σε κάθε αντλία υπάρχει βέλος που υποδεικνύει τη φορά περιστροφής. Χαρακτηρίζουμε αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη μια αντλία κοιτώντας τη φορά περιστροφής της από τη πλευρά του άξονα της. Εξαέρωση κάνουμε σε μια αντλία ξεβιδώνοντας ελαφρά την βίδα P ( υποδοχής μανομέτρου). Κάτω από το καπάκι της αντλίας ή σε ξεχωριστή υποδοχή ( αντλίες Damfoss) υπάρχει φίλτρο πετρελαίου το οποίο πρέπει να καθαρίζεται κατά τη συντήρηση. Επίσης υπάρχει μια βίδα για την ρύθμιση της πίεσης, που γυρνώντας την δεξιά αυξάνουμε την πίεση του πετρελαίου, ενώ γυρνώντας την αριστερά τη μειώνουμε. Σε πολλές αντλίες είναι ενσωματωμένη η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πετρελαίου.

#### 6. Ηλεκτρονικός εγκέφαλος καυστήρα

Το σύστημα αυτοματισμού του καυστήρα φροντίζει για τον συντονισμό των διαφόρων συστημάτων του καυστήρα καθώς και για την ασφαλή του λειτουργία. Η καρδιά και το μυαλό του συστήματος αυτοματισμού είναι ο ηλεκτρονικός καύσης ή σε συντομία ' το ηλεκτρονικό'. Πολλές φορές ονομάζεται και προγραμματιστής ή και εγκέφαλος του καυστήρα.

Τα εξαρτήματα με τα οποία συνεργάζεται και συντονίζει είναι:

1. Το μοτέρ που κινεί τον ανεμιστήρα παροχής.
2. Την ή τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες παροχής καυσίμου.
3. Το σύστημα έναυσης του καυσίμου, που αποτελείται από τον μετασχηματιστή τους σπινθηριστές και τα καλώδια υψηλής τάσης.
4. Το σύστημα ελέγχου που είναι το φωτοκύτταρο.

## 7. Βάση ηλεκτρονικού



Εικόνα 2.1.1.3 Βάση Ηλεκτρονικού από καυστήρα πετρελαίου

Η βάση ηλεκτρονικού έχει τους ακροδέκτες που χρειάζονται για την σύνδεση των οργάνων και συσκευών που συνεργάζονται και ελέγχονται από το ηλεκτρονικό. Επίσης φέρει τους ακροδέκτες για την σύνδεση του ουδέτερου, της γείωσης και της τάσης τροφοδότησης του καυστήρα. Το ηλεκτρονικό στερεώνεται στη βάση με ένα σύστημα ελασμάτων ή με δύο βίδες και οι ακροδέκτες του ηλεκτρονικού κουμπώνουν στους ακροδέκτες της βάσης.

## 8. Μπεκ



Εικόνα 2.1.1.4 Μπεκ από καυστήρα πετρελαίου

Το μπεκ ή ακροφύσιο είναι το τελευταίο εξάρτημα που βρίσκεται το πετρέλαιο πριν εγκαταλείψει το καυστήρα και καεί. Η αποστολή του είναι να προετοιμάζει το πετρέλαιο για να καεί με τον πλέον αποδοτικό τρόπο. Δηλαδή, να καεί τέλεια, προκειμένου να μας δώσει το μέγιστο της θερμικής ενέργειας που μπορεί. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να ψεκαστεί σε

λεπτότατα σταγονίδια για να επιτευχθεί μίγμα πετρελαίου-αέρα όσο το δυνατόν πιο ομοιογενές.

Τα μπεκ διαχωρίζονται με βάσει τα παρακάτω κριτήρια.

1. Την παροχή του πετρελαίου γαλόνια ανα ώρα όταν η πίεση του καυσίμου είναι 7 bar.
2. Τη γωνία ψεκασμού του καυσίμου σε μοίρες
3. Τον τρόπο που κατανέμονται τα σταγονίδια στο κώνο ψεκασμού

#### 9.Φωτοκύτταρο

Το φωτοκύτταρο ή φωτοαντίσταση,στηρίζει τη λειτουργία του στη ιδιότητα του θειούχου καδμίου στο φως να παρουσιάζει μικρή αντίσταση ενώ στο σκοτάδι η αντίσταση να αυξάνεται. Το φωτοκύτταρο τοποθετείται κατά τρόπο που να κοιτά προς τη φλόγα.



Εικόνα 2.1.1.5 Φωτοκύτταρο από καυστήρα πετρελαίου

Οι λειτουργίες του είναι οι παρακάτω :

1. Αν κατά την εντολοδότηση του καυστήρα βλέπει φως ενημερώνει το ηλεκτρονικό και ο καυστήρας δεν ξεκινά, γιατί μπορεί να είναι η πόρτα του λέβητα ανοικτή, ή το φωτοκύτταρο ή ο καυστήρας να μην είναι τοποθετημένα στη θέση τους,ή ακόμα και να υπάρχει φλόγα μέσα στον θάλαμο καύσης απο ενδεχόμενα κατάλοιπα καύσης με κίνδυνο ατυχήματος.
2. Αν κατά την εκκίνηση του καυστήρα και μετά το άνοιγμα της ηλεκτρομαγνητικής πετρελαίου περάσουν μερικά δευτερόλεπτα ( 7 – 15 ) και δεν δει φως, πάλι ο καυστήρας μπλοκάρει.
3. Επίσης θα μπλοκάρει τον καυστήρα αν ενώ λειτουργεί κανονικά η φλόγα σβήσει.Δηλαδή το φωτοκύτταρο είναι ένας επιτηρητής φλόγας, με σημαντικότετη λειτουργία και γι'αυτό θα πρέπει να διατηρείται καθαρό, σε καλή κατάσταση, και να αντικαθίσταται στη παραμικρή υπόνοια δυσλειτουργίας του.

## 10. Ηλεκτρόδια έναυσης

Τα ηλεκτρόδια ή σπινθηριστές ή αναφλεκτήρες, είναι κατασκευασμένα από χαλύβδινο σύρμα με μεγάλη αντοχή στη θερμοκρασία. Στηρίζονται σε μόνωση πορσελάνης που πρέπει να διατηρείται καθαρή από αιθάλη που είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Ο κάθε κατασκευαστής σχεδιάζει το ηλεκτρόδια του με τρόπο που, συνεργαζόμενα με τη μπούκα και το στροβιλιστή, να εξυπηρετούν την απρόσκοπτη έναυση του καυσίμου. Η θέση τους είναι πολύ σημαντική, και θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή κατά τη τοποθέτησή τους.

## 11. Η μπούκα

Ονομάζεται και φλογοσωλήνας. Προσαρμόζεται πάνω στον κορμό του καυστήρα και οδηγείται σε αυτή όλος ο αέρας που εισάγει ο ανεμιστήρας. Μέσα στη μπούκα τοποθετείται η φλογοκεφαλή η οποία αποτελείται από τη ράβδο μπεκ, το μπεκ, το διασκορπιστήρα και τα ηλεκτρόδια. Το άκρο της μπούκας διαμορφώνεται με τρόπο που να επηρεάζεται η κατανομή του αέρα της καύσης.



Εικόνα 2.1.1.6 Μπούκα από καυστήρα πετρελαίου

## 12. Στροβιλιστήρας

Ο στροβιλιστής στηρίζεται πάνω στη ράβδο μπεκ του καυστήρα, βρίσκεται μέσα στην μπούκα και σε μικρή απόσταση μπροστά από το Μπεκ. Την απόσταση αυτή τη καθορίζει ο κατασκευαστής του καυστήρα. Οι στροβιλιστές φέρουν λοξές εγκοπές ώστε ο αέρας που περνά απ αυτές να υφίσταται έντονη περιδίνηση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ταχεία ανάμειξη του αέρα με το νέφος του πετρελαίου και την επίτευξη τέλει καύσης.



Εικόνα 2.1.1.7 Στροβιλιστήρας πετρελαίου

Συμπέρασμα: Με την τρέχουσα οικονομική κρίση και την παγκοσμιοποίηση η θέρμανση πετρελαίου έχει κλείσει τον κύκλο της. Βασιζόμενη σε αναλώσιμους εισαγόμενους ορυκτούς πόρους, υπόκειται σε συνεχείς αυξήσεις της τιμής, εξαιτίας της αύξησης της φορολογίας, της διεθνούς ζήτησης και του περιβαλλοντικού της αποτυπώματος.

Εκτός αυτού, έχει εξαιρετικά μεγάλο κόστος αγοράς και εγκατάστασης, καθώς απαιτείται, εκτός του καυστήρα, ένα ευρύ κύκλωμα κυκλοφορίας του νερού (σωληνώσεις – καλοριφέρ). Η ζέστη που παράγεται διοχετεύεται μέσω των καλοριφέρ στον αέρα, γεγονός που δημιουργεί μία συνεχή ανακύκλωση αέριων ρευμάτων από κάτω προς τα πάνω και αντιστρόφως (το ζεστό πάει επάνω και ούτως καθεξής).

Το αποτέλεσμα είναι αναπνευστικά προβλήματα εξαιτίας της σκόνης που κυκλοφορεί στο χώρο (αυτός είναι άλλωστε και ο λόγος που εάν κοιμηθεί κανείς με αναμμένο το καλοριφέρ, διαπιστώνει αργότερα ότι ο λαιμός του είναι ξηρός και ερεθισμένος). Απαιτεί μία συντήρηση τουλάχιστον ανά έτος.

Βέβαια, παρότι το πετρέλαιο είναι ένα εύφλεκτο υλικό, δεν εγκυμονεί μεγάλους κινδύνους και θεωρείται γενικά ασφαλές.

Ένα ακόμα μειονέκτημα, που δεν γίνεται άμεσα αντιληπτό είναι το μέγεθος του συστήματος: τόσο τα καλοριφέρ και οι σωληνώσεις, όσο και ο καυστήρας καταλαμβάνουν υπερβολικά μεγάλο ωφέλιμο χώρο.

## 2.2 Καυστήρας Pellet

Τα pellets ή συσσωματώματα ξύλου είναι ανανεώσιμα στερεά βιοκαύσιμα υψηλής ποιότητας από ανακυκλωμένα υλικά. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται μόνο υπολείμματα νομίμων υλοτομικών δραστηριοτήτων, υπολείμματα μονάδων επεξεργασίας ξύλου και πριστηρίων ξυλείας. Τα pellets δημιουργούνται με μηχανική κατεργασία χωρίς καμία χρήση χημικών ή άλλων ουσιών. Τα pellets χρησιμοποιούνται εκτός από την οικιακή θέρμανση και για την θέρμανση σε βιομηχανίες και βιοτεχνίες, σε δημόσια κτήρια (νοσοκομεία, σχολεία, κολυμβητήρια, ιδρύματα, κλπ), σε ξενοδοχεία, spa και συγκροτήματα κατοικιών, σε θερμοκήπια και πτηνοτροφικές μονάδες, σε πιτσαρίες, φούρνους κ.α

Τα pellets χρησιμοποιούνται για την θέρμανση, με την καύση τους σε λέβητες, σόμπες, τζάκια και με σύμμαχο την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών είναι εξοπλισμένα με δυνατότητες αυτονομίας, αυτόματης και αυτόνομης ρύθμισης θερμοκρασίας και ελέγχου καύσης. Τα τελευταία χρόνια η χρήση των pellets για θέρμανση σημείωσε αλματώδη άνοδο σε όλη την Ευρώπη, λόγω των συνεχών ανατιμήσεων των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και των κλιματικών αλλαγών του πλανήτη.

### Πλεονεκτήματα των pellets

- Οικονομία. Η θέρμανση με pellets είναι πολύ πιο οικονομική από την χρήση του πετρελαίου, εξασφαλίζοντας οικονομία πάνω από 40%
- Η τιμή των pellets είναι σταθερή σε σχέση με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.
- Λόγω μεγέθους και σχήματος τα pellets συμπεριφέρονται όπως το υγρό με αποτέλεσμα στην εύκολη αποθήκευση, μεταφορά και αυτόματη τροφοδοσία του καυστήρα.
- Τα pellets είναι το μοναδικό καύσιμο με μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών CO<sub>2</sub>. Τα pellets κατά την καύση τους απελευθερώνουν τόσο CO<sub>2</sub>, όσο χρειαστήκαν για την ανάπτυξή τους μέσα στις καλλιέργειες, και αντίστοιχα αυτή η ποσότητα απορροφάται από τα φυτά κατά την διαδικασία ανάπτυξής τους, έτσι δημιουργείται ένας «κλειστός κύκλος» μηδενικών εκπομπών CO<sub>2</sub> και δεν συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Μηδαμινή ύπαρξη του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) έναντι των ορυκτών καυσίμων. Συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών του θείου από την ατμόσφαιρα που δημιουργούν την όξινη βροχή
- Τα pellets κατά την καύση τους δεν καπνίζουν, δεν ελκύουν επικίνδυνα αέρια, δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον.
- Τα pellets κατά την καύση τους βγάζουν ελάχιστη στάχτη (<0,8-0,9%). Η οποία στάχτη σε όλη την Ευρώπη χρησιμοποιείται ως ανακυκλώσιμο λίπασμα για τα φυτά του κήπου και της βεράντας.

## Μειονεκτήματα των pellets

- Οι καυστήρες pellet είναι μηχανικοί και γι'αυτό υπάρχει το ενδεχόμενο δυσλειτουργίας τους
- Οι καυστήρες pellet απαιτούν ηλεκτρικό ρεύμα προκειμένου να λειτουργήσουν τα διάφορα μηχανικά μέρη και οι ανεμιστήρες. Αυτό όχι μόνο αυξάνει το κόστος λειτουργίας αλλά σε περίπτωση διακοπής ρεύματος το σύστημα θέρμανσης βγαίνει εκτός λειτουργίας
- Απαιτείται συνεχής καθαρισμός προκειμένου να εξασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία τους. Ο καθαρισμός πρέπει να γίνεται μια φορά τον χρόνο από ειδικό και εβδομαδιαίως από τον χρήστη
- Τα αποθέματα pellet μπορεί να μην είναι συνεχώς διαθέσιμα
- Απαιτούνται εργασίες για την διαμόρφωση του χώρου
- Ανάγκη μεγάλου οφέλιμου χώρου
- Ανάγκη συνεχούς ανατροφοδότησης

## Η χρήση των pellets στην υπόλοιπη Ευρώπη

Η Δανία και η Σουηδία έρχονται πρώτες στην κατανάλωση pellets για την οικιακή θέρμανση με περισσότερα από το 46% των νοικοκυριών να έχουν ανεξαρτηθεί από το πετρέλαιο. Η Σουηδία είναι από τις πρώτες χώρες που δημιούργησε ολόκληρα συστήματα τηλεθέρμανσης βασισμένα στην καύση των pellets για την θέρμανση ολόκληρων χωριών. Στην γειτονική Ιταλία η κατανάλωση pellets για το 2010 έφτασε 1.800.000 τόνους. Στο σύνολο η κατανάλωση pellets σε όλα τα ανεπτυγμένα ευρωπαϊκά κράτη ξεπέρασε τους 13.000.000 τόνους με σειρά κατανάλωσης ανά κράτος, σύμφωνα με τις στατιστικές έρευνες, να είναι πρώτη η Σουηδία μετά η Μεγάλη Βρετανία, Δανία, Γερμανία, Αυστρία, Γαλλία, Ισπανία και τέλος η Ιταλία.

Οι λέβητες που χρησιμοποιούν Pellets ως καύσιμο για να θέρμανση έχουν πολλά διαφορετικά σχέδια, μεγέθη και τρόπους λειτουργίας, αλλά από την πιο απλή, μέχρι την πιο εξελιγμένη τους μορφή αποτελούνται από 5 μέρη τα οποία μπορεί μεν να αλλάζουν σε μορφή ή τοποθέτηση στο σώμα του λέβητα, αλλά πάντα υπάρχουν.

## Μέρη ενός καυστήρα pellet

### 1. Η Δεξαμενή

Ο χώρος τοποθέτησης των Pellet (Δεξαμενή), κάποιες φορές είναι μέρος του λέβητα ενώ άλλες πάλι είναι απλά συνδεδεμένος με τον υπόλοιπο λέβητα με κάποια σωλήνα ή κοχλία. Τα Pellet από την δεξαμενή με κάποιο μέσο προώθησης (κοχλίας, αστεροειδής βαλβίδα κα) προωθείται στον χώρο καύσης.

## 2. Ο Χώρος Καύσης

Τα Pellet μεταφέρονται στον χώρο αυτό από την Δεξαμενή πάντα όμως με την χρήση διαδρομών ή μηχανισμών που εμποδίζουν την υποχώρηση της φωτιάς στον κύριο χώρο της δεξαμενής. Οι ασφαλιστικές δικλίδες αυτές είναι παρόμοιες στις διάφορες εταιρίες και περιλαμβάνουν βαλβίδες πυρόσβεσης, επικλινείς "διαδρόμους" από τους οποίους γίνεται η πτώση των pellets στον θάλαμο καύσης κ.α. Ο χώρος καύσης διαφέρει σε σχεδιασμό, υλικά κατασκευής και μέγεθος ανάλογα με το εργοστάσιο παραγωγής και την δυναμικότητα του λέβητα. Στον χώρο καύσης πραγματοποιείται έναυση, η οποία όταν είναι αυτόματη γίνεται είτε με χρήση blower θερμού αέρα (ουσιαστικά ένα πιστολάκι υπέρθερμου αέρα) είτε με απλή ηλεκτρική αντίσταση και κατόπιν με την βοήθεια αέρα που προωθείται από ανεμιστήρα συντηρείται και δυναμώνει η φλόγα στον θάλαμο καύσης.

## 3. Διάταξη ανταλλαγής θερμότητας

Ο χώρος αυτός είναι ουσιαστικά η διαδρομή από την οποία περνούν τα καυσαέρια κατευθυνόμενα προς την καμινάδα και ο οποίος περιλαμβάνει σωληνώσεις και σκαλοπάτια τα οποία περιέχουν το νερό του λέβητα. Η διαδρομή αυτή είναι λιγότερο ή περισσότερο πολύπλοκη ανάλογα με τον σχεδιασμό του λέβητα και είναι φτιαγμένη ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απορρόφηση της θερμότητας των καυσαερίων από το νερό. Το κατά πόσον η θερμότητα που παράγεται από την καύση των pellet μεταδίδεται στο νερό που περιέχουν τα τοιχώματα του λέβητα, είναι και αυτό που καθορίζει την απόδοση του λέβητα.

## 4. Καπνοδόχος

Η καπνοδόχος είναι ένα από τα σημεία που, σε συνδυασμό με την ποιότητα των Pellet, βοηθούν την σωστή λειτουργία του λέβητα και είναι κάτι που πρέπει να προσέχεται σε όλες τις εγκαταστάσεις. Κάθε κατασκευαστής έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις για την καμινάδα που πρέπει να τοποθετηθεί στον λέβητα. Είναι απαραίτητο να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες αυτές.

## 5. Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (Υπολογιστής-PLC)

Όλες οι λειτουργίες και τα μέρη του λέβητα pellet ελέγχονται και προγραμματίζονται από την μονάδα ελέγχου που υπάρχει επάνω του. Αυτή η μονάδα χρησιμοποιεί μία σειρά από αισθητήρες ώστε να προσαρμόσει την καύση και την λειτουργία του λέβητα ανάλογα με την ζήτηση θερμότητας από την εγκατάσταση. Σε κάθε λέβητα το πόσο εξελιγμένο ή όχι είναι το σύστημα ελέγχου αυτό, προσφέρει αντίστοιχα πολλές ή λίγες δυνατότητες αλλά και μικρότερη ή περισσότερη οικονομία.

Πιο συγκεκριμένα αυτή η μονάδα δίνει την δυνατότητα ελέγχου παροχής τόσο του αέρα όσο και του καυσίμου. Έτσι μπορεί να προσαρμοστεί στις εκάστοτε ενεργειακές ανάγκες λειτουργώντας είτε κοντά στη περιοχή της στοιχειομετρικής καύσης προκειμένου να έχουμε την μέγιστη απόδοση του συστήματος και χαμηλούς ρύπους είτε σε φτωχό μίγμα προκειμένου να έχουμε μεγαλύτερη οικονομία.



Παρακάτω παρουσιάζονται τα σημαντικότερα τμήματα από τα οποία αποτελείται ένας λέβητας pellet.



Εικόνα 2.2.1 Καυστήρας Pellet

1. Δεξαμενή pellet
2. Καπάκι δεξαμενής
3. Σπειροειδής ενναλάκτης ψύξης
4. Εισαγωγή προς το κύκλωμα θέρμανσης
5. Μόνωση
6. Καπάκι ενναλάκτη θέρμανσης
7. Πόρτα
8. Πυρίμαχο υλικό
9. Θάλαμος καύσης
10. Συλλέκτης στάχτης
11. Καυστήρας
12. Πρωτεύων τροφοδότης
13. Δευτερεύων τροφοδότης

## 2.3 Καυστήρας Φυσικού Αερίου

Το Φυσικό Αέριο είναι ένα αέριο μίγμα υδρογονανθράκων. Εξάγεται από υπόγειες κοιλάτες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό αέριο. Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου, καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, υδρογόνο, ήλιο και υδρόθειο.

Συστατικά	% κατά όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	70-90
Αιθάνιο (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5-15
Προπάνιο (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) και Βουτάνιο (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	< 5
CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, κτλ.	μικρότερες ποσότητες

Εικόνα 2.3.1 Σύσταση Φυσικού αερίου κατ'όγκο

Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και ξηρό φυσικό αέριο. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό φυσικό αέριο. Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές.

Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα: έχει ειδικό βάρος ίσο με 0,59. Η καύση του φυσικού αερίου, σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων όπως ο γαιάνθρακας ή το λάδι, έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον. Παράγει, για παράδειγμα, μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

Η άσφαλτος και τα βιτουμένια, τα πιο παλιά γνωστά προϊόντα του πετρελαίου, όπως και ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου πρωτοβρέθηκαν μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν. Η χρήση του φυσικού αερίου αναφέρεται στην Κίνα το 900 π.Χ. περίπου, όπου ανοίχθηκαν γύρω στα 900-1100 φρέατα και το αέριο μεταφερόταν με αγωγούς από μπαμπού. Στην Ευρώπη αυτές οι επιτεύξεις ήταν άγνωστες και το φυσικό αέριο δεν ανακαλύφθηκε παρά το 1659 στην Αγγλία. Το αέριο από απόσταξη ανθράκων ανακαλύφθηκε το 1670 και άρχισε να χρησιμοποιείται το 1790, γιατί ήταν πιο εύκολη η μεταφορά, η αποθήκευση και η χρησιμοποίησή του στις μηχανές εσωτερικής καύσεως και στον φωτισμό δρόμων και σπιτιών. Το 1821 η πόλη Φριντόνια (Fredonia) στην περιφέρεια της Νέας Υόρκης φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Αλλά η χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου εξακολουθούσε να είναι περιορισμένη, γιατί δεν υπήρχε τρόπος μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις και επί έναν αιώνα το φυσικό αέριο παρέμεινε στο περιθώριο της βιομηχανικής εξέλιξης, που βασίστηκε στον άνθρακα, το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό. Η μέθοδος μεταφοράς φυσικού αερίου με αγωγούς αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε ένα σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του

Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση φυσικού αερίου θα υπερβεί την κατανάλωση άνθρακα το 2010 και το φυσικό αέριο θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών το 2030.

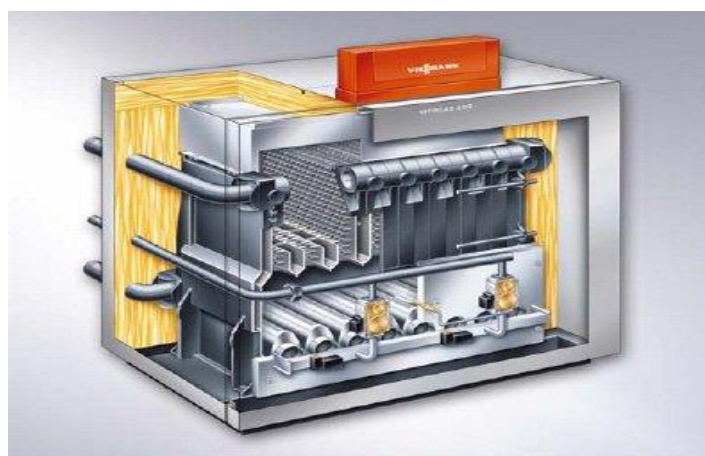
Οι λέβητες φυσικού αερίου παρουσιάζουν τον ίδιο τρόπο λειτουργίας με τους καυστήρες πετρελαίου μόνο που έχουν για καύσιμο φυσικό αέριο το οποίο παρουσιάζει θερμογόνο δύναμη 11kwh έναντι 11.9kwh που έχει το πετρέλαιο. Βέβαια αν και το φυσικό αέριο έχει μικρότερη θερμογόνο δύναμη οι καυστήρες του παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση(95%) έναντι του πετρελαίου(90%). Ο λόγος είναι η αποδοτικότερη καύση που οφείλεται στην καλύτερη ανάμειξη του αερίου καυσίμου με τον αέρα. Το φυσικό αέριο κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια καθώς η τιμή αναπροσαρμόζεται στο 80% της τιμής του πετρελαίου κάθε χρόνο με αποτέλεσμα να γίνεται οικονομικά πιο ελκυστικό. Παρακάτω αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των καυστήρων φυσικού αερίου.

#### Πλεονεκτήματα:

- Είναι φθηνότερο από το πετρέλαιο κατά περίπου 40%
- Είναι μονίμως διαθέσιμο και δεν χρειάζεται να το προαγοράσουμε και να το αποθηκεύσουμε
- Χρησιμοποιεί καυστήρες νέας γενιάς με υψηλότερη απόδοση
- Παρουσιάζει γρηγορότερη απόκριση στη ρύθμιση της θερμοκρασίας

#### Μειονεκτήματα:

- Περιορισμένο δίκτυο διανομής (μονοπώλιο)
- Μηνιαίο πάγιο για την παροχή αερίου
- Υψηλό κόστος αγοράς
- Μεταβαλλόμενο κόστος καυσίμου καθώς αναπροσαρμόζεται στο 80% της τιμής του πετρελαίου
- Ανάγκη συντήρησης
- Είναι μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας



Εικόνα 2.3.2 Λέβητας Φυσικού Αερίου

## 2.4 Καυστήρας Ξύλου

Οι λέβητες ξύλου είναι ένα ακόμη σύστημα θέρμανσης με καύση στερεού καυσίμου. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη το ξύλο. Έχουν απόδοση περίπου στο 80%.

Δεν αποτελεί πολύ διαδεδομένο σύστημα θέρμανσης καθώς το βασικό του μειονέκτημα είναι ότι η τροφοδοσία πρέπει να ρυθμίζεται από κάποιον εξωτερικό παράγοντα και δεν είναι μια αυτοματοποιημένη διαδικασία όπως συμβαίνει στην περίπτωση του λέβητα pellet.

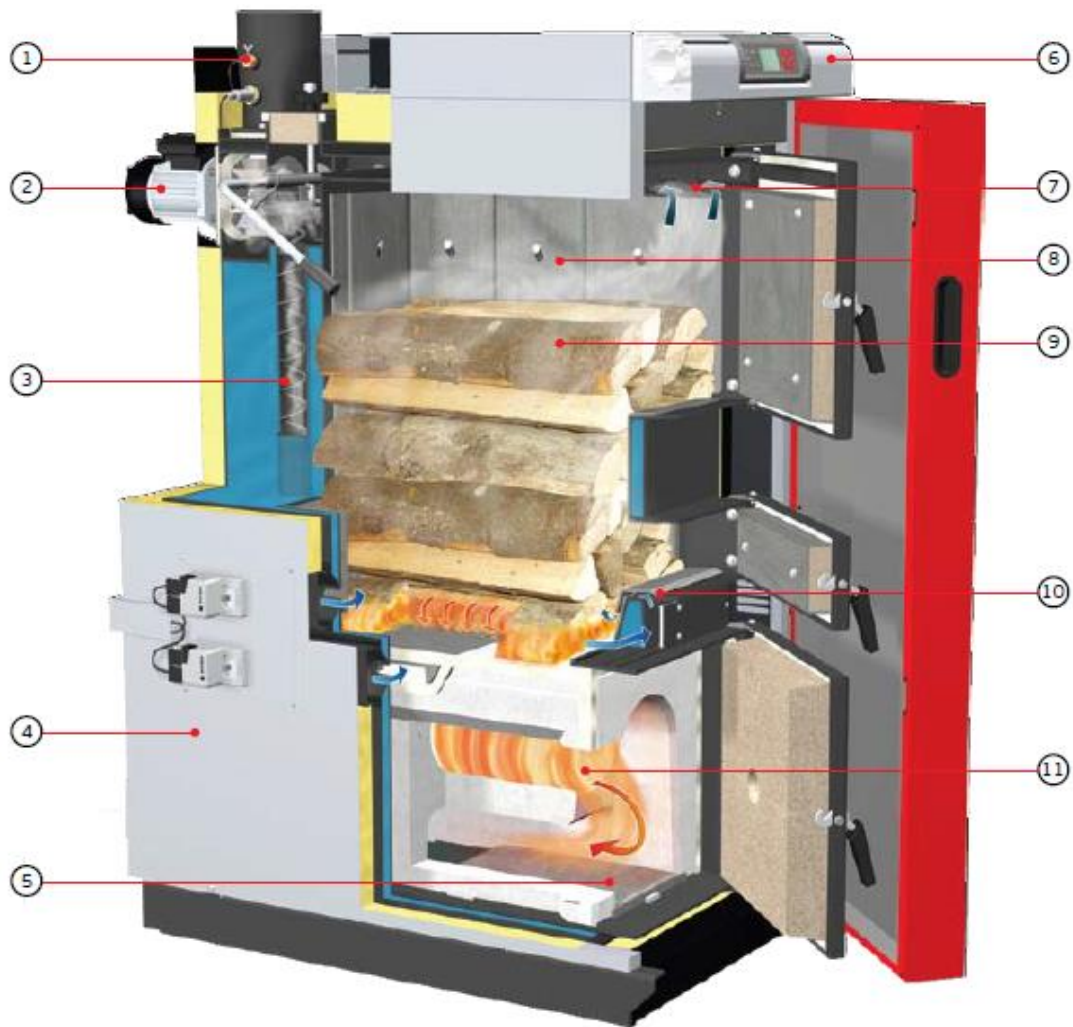
Επίσης, το καύσιμο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το ξύλο το οποίο όπως φαίνεται και παρακάτω να μην κόβεται σε όσο το δυνατόν πιο λεπτά κομμάτια γίνεται αλλά και πάλι το σχήμα το ξύλου είναι προβληματικό. Πιο συγκεκριμένα, απαιτεί προσωπική κοπή από τον ιδιώτη και εκτός από αυτό πολλές φορές το σχήμα που προκύπτει είναι διαφορετικό από το προδιεγραφόμενο με συνέπεια την απώλεια χώρου στο θάλαμο καύσης. Με άλλα λόγια στον ίδιο χώρο συγκεντρώνουμε λιγότερο καύσιμο και άρα πρέπει να επαναλαμβάνουμε πιο συχνά την διαδικασία ανατροφοδοσίας.

### Πλεονεκτήματα

- Χαμηλό κόστος λειτουργίας καθώς ένας τόνος ξύλα δεν ξεπερνά τα 150 [€]
- Εκμεταλλευόμαστε ένα αρκετά μεγάλο μέρος της θερμότητας των καυσαερίων σε σχέση με το κλασικό τζάκι ανοιχτής εστίας.
- Η διεργασία καύσης του ξύλου είναι μια διεργασία με μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς κατά την καύση απελευθερώνεται τόσο διοξείδιο του άνθρακα όσο απορροφήθηκε κατά τον σχηματισμό του ξύλου.
- Μεγάλο δίκτυο διανομής
- Η καύση γίνεται ελεγχόμενα και αυτό συνεπάγεται λιγότερα οξείδια αζώτου και θείου καθώς και μεγαλύτερη απόδοση

### Μειονεκτήματα

- Στάχτη στον θάλαμο καύσης
- Συνεχής καθαρισμός
- Συνεχής τροφοδοσία με καύσιμη ύλη από εξωτερικό παράγοντα
- Προϊόντα ατελούς καύσης λόγω έλλειψης στοιχειομετρικής καύσης στο σύνολο του θαλάμου καύσης
- Μεγάλη κομμάτια καύσιμης ύλης που έχουν σαν αποτέλεσμα την μειωμένη επιφάνεια καύσης
- Ο χρήστης είναι εξαρτώμενος από το δίκτυο διανομής
- Το κύριο προϊόν της καύσης είναι το CO<sub>2</sub> το οποίο συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Υγρασία που ενδεχόμενος να εμπεριέχεται στο ξύλο μειώνει την θερμογόνο δύναμή του



Εικόνα 2.4.1 Ευλολέβητας

1. Αισθητήρας ελέγχου του συντελεστή "λάμδα" για τέλεια καύση.
2. Σύστημα βελτιστοποίησης απόδοσης για υψηλή απόδοση και εύκολο καθαρισμό.
3. Θερμομόνωση πετροβάμβακα υψηλής ποιότητας
4. Χειροκίνητη ρύθμιση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κυκλώματος αέρα.
5. Θυρίδα με μεγάλο άνοιγμα για τον εύκολο καθαρισμό του λέβητα.
6. Πίνακας οργάνων με δυνατότητα ελέγχου του συντελεστή "λάμδα".
7. Σύστημα αναρρόφησης καπνού (αναθυμιάσεις) κατά τη διαδικασία τροφοδοσίας του λέβητα.
8. Θάλαμος φόρτωσης με ειδική επένδυση για την αποφυγή επικάθισης υπολειμμάτων.
9. Ο θάλαμος φόρτωσης εξασφαλίζει μεγάλα χρονικά διαστήματα ανατροφοδότησης.
10. Αυτόματη προθέρμανση του λέβητα μέσω ειδικών αεραγωγών.

Τι είναι ο αισθητήρας 'λάμδα';

Ο αισθητήρας λάμδα ή αισθητήρας οξυγόνου είναι μια ηλεκτρονική διάταξη που προσδιορίζει την περιεκτικότητα ενός υγρού ή αερίου σε οξυγόνο. Η αφαρμογή του ξεκίνησε το 1970 από την κατασκευάστρια εταιρία Bosch. Χρησιμοποιείται σε διατάξεις όπου πραγματοποιείται καύση, όπως μηχανές εσωτερικής καύσης ή λέβητες, έτσι ώστε να γίνει όσο το δυνατόν πιο κοντά στη στοιχειομετρία της αντίδρασης.

## 2.5 Ενεργειακό Τζάκι

Το ενεργειακό τζάκι είναι η κλειστού τύπου εστία με απόδοση από 75% έως 85% σε αντίθεση με του ανοιχτού τύπου εστία που είναι γύρω στο 10% έως 20%. Το ενεργειακό τζάκι διαθέτει πόρτα με πυρίμαχο τζάμι αντοχής μέχρι και τους 800°C. Επίσης διαθέτει αεροθάλαμο για την εκμετάλλευση της θερμότητας που παράγεται στο πίσω μέρος των μαντεμιών και βεντιλατέρ(ανεμηστήρας) για την γρηγορότερη διοχέτευση του θερμού αέρα στο χώρο μας και την επίτευξη εξαναγκασμένης συναγωγής. Έχει τη δυνατότητα ελεγχόμενης καύσης των ξύλων μέσω συστήματος ρύθμισης παροχής οξυγόνου στο θάλαμο καύσης και ρύθμισης της βαλβίδας αντεπιστροφής (κλαπέ) ώστε κατά την έξοδο του καπνού προς την καπνοδόχο να έχουμε μικρότερη απώλεια θερμότητας. Υπάρχει η δυνατότητα παροχής θερμού αέρα στον χώρο μας μέσω αεραγωγών σε ένα ή περισσότερα σημεία του σπιτιού.

Η διαδρομή καλό θα είναι να μην ξεπερνάει τα 6 μέτρα, διότι λόγω των τριβών θα έχουμε κάποιες μικρές απώλειες. Επίσης συνιστάται πριν την επιλογή του τζακιού να πραγματοποιηθεί μελέτη του χώρου από ειδικό προκειμένου να γίνει καλύτερη επιλογή της εστίας ως προς τις θερμικές απαιτήσεις.

Οι περισσότερες σημερινές εστίες είναι κατασκευές υψηλής τεχνολογίας που προσφέρονται και για κύρια θέρμανση με ομοιόμορφη θερμοκρασία, ακόμη και ολόκληρου του σπιτιού. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με διανομή ζεστού αέρα σε κάθε δωμάτιο με κατάλληλους αεραγωγούς και βαλβίδες αντεπιστροφής, (αερόθερμα ενεργειακά τζάκια), είτε με σώματα καλοριφέρ, (ενεργειακά τζάκια καλοριφέρ).

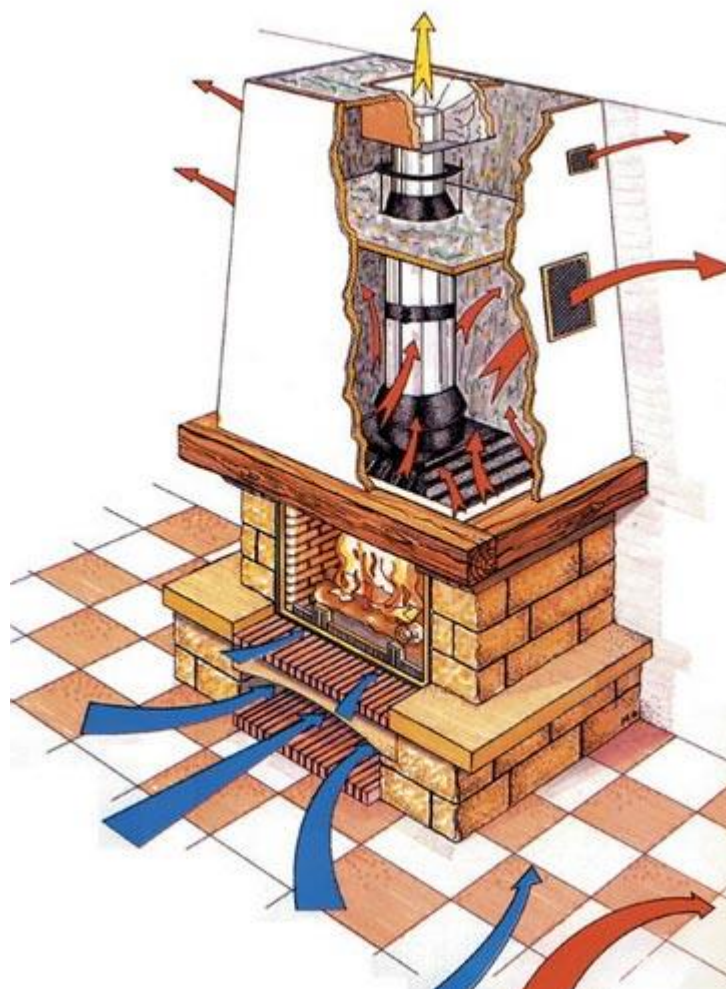
Σ' αυτή τη μορφή τζακιού, η εστία καλοριφέρ είναι στην ουσία ένας λέβητας ξύλων, γι' αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απλό τζάκι, δηλαδή χωρίς την εγκατάσταση των σωμάτων και την κυκλοφορία νερού, γιατί θα καταστραφεί ο λέβητας. Τα τετραγωνικά που μπορεί να θερμάνει ένα τζάκι είναι συνάρτηση της ισχύος της εστίας, της μόνωσης του σπιτιού, το εσωτερικό ύψος του σπιτιού, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και της διαρρύθμισης των χώρων. Οι αερόθερμες εστίες μπορούν να ζεστάνουν μέχρι 160m<sup>2</sup> ενώ τα ενεργειακά τζάκια-καλοριφέρ μέχρι και 250m<sup>2</sup>.

Δεν χρησιμοποιούμε ποτέ ξύλα που περιέχουν χρώματα, ξύλα τύπου MDF (κονιοποιημένη ξυλεία αναμεμιγμένη με κερί και ρητίνη) και ξύλα που περιέχουν πολλή υγρασία. Τα πιο σωστά ξύλα για κάψιμο είναι αυτά που έχουν αποθηκευτεί σε προστατευμένους αεριζόμενους χώρους και το ποσοστό υγρασίας τους δεν υπερβαίνει το 20%. Ξύλα όπως κυρίως το πεύκο αλλά και το έλατο δεν ενδύκνυνται γιατί περιέχουν μεγάλες ποσότητες ρητίνης, οι οποίες μετά την καύση επικάθονται στα τοιχώματα της καπνοδόχου με αποτέλεσμα να την φράσσουν και να απαιτείται πιο συχνό καθάρισμα.

Όταν ξεκινάμε να ανάψουμε το τζάκι, τοποθετούμε προσάναμμα, μετά μικρά ξυλαράκια από πάνω και μετά ξύλα σχισμένα. Η τοποθέτηση των ξύλων στην αρχή θα πρέπει να είναι όρθια στην μαντεμμένα πλάτη του τζακιού και όχι στη μέση της εστίας, γιατί υπάρχει περίπτωση σε ανοιχτή εστία να μας καπνίσει το τζάκι. Δεν τοποθετούμε υπερβολικά ξύλα γιατί πρέπει ο θερμός αέρας που θα παραχθεί από την καύση των ξύλων να ωθήσει προς τα πάνω τον κρύο αέρα που είναι πιο βαρύς και βρίσκεται στην καπνοδόχο μας. Εφ' όσον περάσει ένα μικρό χρονικό διάστημα τοποθετούμε τα ξύλα μας, όπως θέλουμε, στην ποσότητα που επιθυμούμε και πάντα σε συνάρτηση με τις θερμίδες του τζακιού μας.

Η χρήση της πόρτας σε μία κλειστή εστία έχει πολλά πλεονεκτήματα. Απόλυτη ασφάλεια κατά τη διάρκεια λειτουργίας του τζακιού, αφού δεν διατρέχουμε κίνδυνο να πεταχτεί κάποια σπίθα εκτός του τζακιού, γεγονός που μας επιτρέπει να αφήνουμε αναμμένο το τζάκι μας ακόμη και όταν λείπουμε από το σπίτι. Απόλυτο έλεγχο της καύσης καθώς εμείς καθορίζουμε με τον έλεγχο του οξυγόνου το επίπεδο της καύσης και μπορούμε να αυξομειώσουμε τη φωτιά όπως επιθυμούμε. Έχουμε μεγαλύτερη οικονομία στα καύσιμα,

αφού ελέγχοντας την καύση έχουμε τη δυνατότητα να αυξήσουμε σημαντικά τη διάρκεια καύσης του ξύλου, απολαμβάνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο αυτονομία που μπορεί να φτάσει έως και τις 4 ώρες. Μεγαλύτερη καθαριότητα γιατί με κλειστή την πόρτα της εστίας δεν υπάρχει περίπτωση να πεταχτούν στάχτες και κάρβουνα. Μεγαλύτερη θερμική απόδοση, γιατί με κλειστή την πόρτα αυξάνεται η θερμοκρασία της εστίας και άρα η απόδοση της καύσης του συστήματος.



Εικόνα 2.5.1 Αερόθερμο Ενεργειακό Τζάκι

Τα ενεργειακά τζάκια ζεσταίνουν περισσότερο από τα συμβατικά καθώς εκμεταλλεύονται τις μεταλλικές επιφάνειες που βρίσκονται στο πίσω μέρος της εστίας δημιουργώντας ένα κύκλωμα αέρος. Με τον τρόπο αυτό διοχετεύεται στο κάτω μέρος της εστίας ψυχρός αέρας ο οποίος στη συνέχεια θερμαίνεται στο πίσω μέρος του εστίας του τζακιού, γίνεται ελαφρύτερος και διοχετεύεται μέσω αεραγωγών είτε στο χώρο που βρίσκεται το τζάκι, είτε σε άλλο δωμάτιο. Με τον τρόπο αυτό θερμαίνουμε ένα ή περισσότερους χώρους.

Επίσης εκμεταλλευόμαστε τη χρήση του αεροθάλαμου όπου αποθηκεύεται μεγάλο μέρος της θερμότητας και μέσω των αεραγωγών διοχετεύεται η θερμότητα στο χώρο μας. Επιπλέον το σύστημα αυτόματου ανοίγματος ή κλεισίματος της βαρλβίδας αντεπιστροφής που διαθέτουν τα τζάκια της βοηθούν στην μεγαλύτερη εκμετάλλευση της θερμότητας. Ο ανεμιστήρας (βεντιλατέρ) σε μια ενεργειακή εστία βοηθούν στο να θερμανθούν πολύ γρηγορότερα ο ή οι χώροι μας.

Τα ενεργειακά τζάκια έχουν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου από τα συμβατικά γιατί από τη μελέτη που γίνεται πριν την κατασκευή της ενεργειακής εστίας υπολογίζεται το ακριβές μέγεθος της και η συνάρτηση της με τις καμινάδες που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Έτσι επιτυγχάνουμε την βέλτιστη παροχή αέρα στην εξαγωγή και ταυτόχρονα τη μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Διαθέτουν σύστημα ρύθμισης παροχής οξυγόνου που εισάγεται στο θάλαμο καύσης και μας δίνουν έτσι τη δυνατότητα να έχουμε τον πλήρη έλεγχο της καύσης και να αυξομειώνουμε κατά βούληση την κατανάλωση του ξύλου ανάλογα με τις ανάγκες θέρμανσης του χώρου μας.

Τα ενεργειακά τζάκια με τεχνολογία μετάκαυσης χαρακτηρίζονται ως ενεργειακά-οικολογικά και είναι ιδανικά για να ζεσταίνουν μεγάλους χώρους, παρέχοντας συγχρόνως μεγάλη οικονομία στα ξύλα. Εκμεταλλεύονται το μέγιστο ποσό θερμίδων που παράγεται κατά την πρωτογενή αλλά και τη δευτερογενή καύση των ξύλων, με σύνολο παραγόμενης ενέργειας 18,6KW-16.000Kcal/h και απόδοση 76%. Η δευτερογενής καύση συντελεί ώστε τα καπναέρια της πρωτογενούς καύσης να καίγονται με δευτερεύουσα φλόγα πριν την είσοδό τους στον καπνοσυλλέκτη χαρίζοντας ένα εντυπωσιακό θέαμα διπλής φλόγας, μεγαλύτερη απόδοση και επομένως εκπομπή λιγότερων ρύπων στο περιβάλλον.

Τα ενεργειακά τζάκια δεν καπνίζουν όσο τα συμβατικά καθώς ακολουθούν συγκεκριμένες προδιαγραφές τόσο όσον αφορά στην τοποθέτησή τους όσο και στη σύνδεσή τους με και τις απαιτήσεις των καμινάδων σε διάμετρο και ύψος, με τις οποίες θα πρέπει να συνδεθούν. Οι μοίρες που θα δώσουμε όταν θα γίνει η σύνδεση του τζακιού μας με την καπνοδόχο δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τις 45°, δεν θα πρέπει να υπάρχουν εμπόδια ψηλότερα, σε απόσταση περίπου 8 μέτρων από την καμινάδα μας για την αποφυγή στροβιλισμών και τέλος, να έχουμε παροχή εξωτερικού αέρα στην εστία μας για να μη μας καταναλώνει το οξυγόνο του χώρου μας.

Ο λόγος που καπνίζει το τζάκι είναι ότι τα σημερινά σπίτια, με τα σύγχρονα αεροστεγή πορτοπαράθυρα, δεν επιτρέπουν την είσοδο αέρα μέσα στο σπίτι, ο οποίος όμως είναι απαραίτητος για την αναπλήρωση αυτού που αφαιρεί το τζάκι κατά την λειτουργία του, γι' αυτό είναι απαραίτητη η παροχή εξωτερικού αέρα στο τζάκι μας για το χώρο καύσης. Επίσης οι σύγχρονοι πολύ ισχυροί αποροφητήρες, που αφαιρούν 600-800 [m<sup>3</sup>/h], δημιουργούν υποπίεση στο σπίτι, με αποτέλεσμα ο καπναγωγός του τζακιού να μετατρέπεται σε είσοδο αέρα, με συνεπεία το τζάκι να μη τραβάει αλλά να καπνίζει. Η καπνοδόχος πρέπει να καθαρίζεται ανελλιπώς, μία φορά τον χρόνο ή τα δυο χρόνια για να μη φράζει από την καπνιά. Πρέπει να ελέγχεται για τυχόν φωλιές πουλιών, οι οποίες φράσσουν την καπνοδόχο και εμποδίζουν τελείως την απαγωγή του καπνού, γι' αυτό τοποθετούμε στο καπέλο της καπνοδόχου ένα συγκολλητό πλέγμα εξαγωγικού σχήματος (κοτετσόσυρμα) για να αποφύγουμε τον παραπάνω κίνδυνο. Υψηλότερα εμπόδια σε ακτίνα 8 μέτρων από την καμινάδα, δημιουργούν στροβιλισμούς και είναι σίγουρο ότι με κάποιο συγκεκριμένο αέρα γυρίσουν τον καπνό μέσα.

Σε όλα τα τζάκια που καίνε ξύλο επιβάλλεται να γίνεται καθαρισμός της καμινάδας. Η συχνότητα του καθαρισμού εξαρτάται από τη χρήση του τζακιού. Συνήθως ο καθαρισμός της καμινάδας πρέπει να γίνεται κάθε ένα με δύο χρόνια. Αλλιώς υπάρχει κίνδυνος να κλείσει η καμινάδα από βρωμιές και να καπνίσει το τζάκι. Η καμινάδα πρέπει να καθαρίζεται υποχρεωτικά κάθε έξι περίπου τόνους ξύλου που καίγονται εφ' όσον το τζάκι λειτουργεί με κλειστή την πόρτα της εστίας. Αν το τζάκι μας λειτουργεί πολλές ώρες ανοικτό ή αν τα ξύλα που χρησιμοποιούνται είναι χλωρά, ο καθαρισμός πρέπει να γίνεται πιο τακτικά (ανά 3-4 τόνους ξύλου). Διατηρώντας καθαρή την καμινάδα εξασφαλίζεται η σωστή και ασφαλή λειτουργία του τζακιού. Ο καθαρισμός θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένους ανθρώπους για την αποφυγή των ζημιών και καλύτερο αποτέλεσμα.

Αν το κρύσταλλο της εστίας μαυρίζει πολύ γρήγορα, πρέπει να ελεγχθεί:

α) Η ποιότητα των ξύλων που χρησιμοποιούνται. Ξύλα χλωρά ή βρεγμένα, αναπόφευκτα θα σας δημιουργήσουν αυτό το πρόβλημα.



β) Ξύλα από κωνοφόρα, (πεύκο, έλατο), παρουσιάζουν αυτό το φαινόμενο λόγω του ρετσινιού που περιέχουν.

γ) Η τοποθέτηση των ξύλων στον χώρο καύσης θα πρέπει να έχουν κάποια απόσταση από την πόρτα.

Τα τζάμια του τζακιού μπορούν να καθαριστούν με απλά καθαριστικά για τζάμια και χαρτί κουζίνας. Ιδιαίτερα αποτελεσματικός τρόπος καθαρισμού είναι επίσης με ένα νωπό πανί βουτηγμένο στις στάχτες στη περίπτωση που δε βγαίνει εύκολα η μαυρίλα. Δεν χρησιμοποιούμε σφουγγάρι με σύρμα ή σύρμα για σκευή ή αιχμηρά αντικείμενα.

Πριν ανάψουμε το τζάκι, αδειάζουμε πάντα το σταχτοδοχείο. Η υπερπλήρωσή του μπορεί να δημιουργήσει υπερθέρμανση της ή των σχαρών καύσης και παραμόρφωση τους λόγω του ότι δεν περνά αέρας για να τις ψύχει. Προκαλεί επίσης κακή λειτουργία γιατί αποφράσσει τις διόδους εισόδου αέρα καύσης.

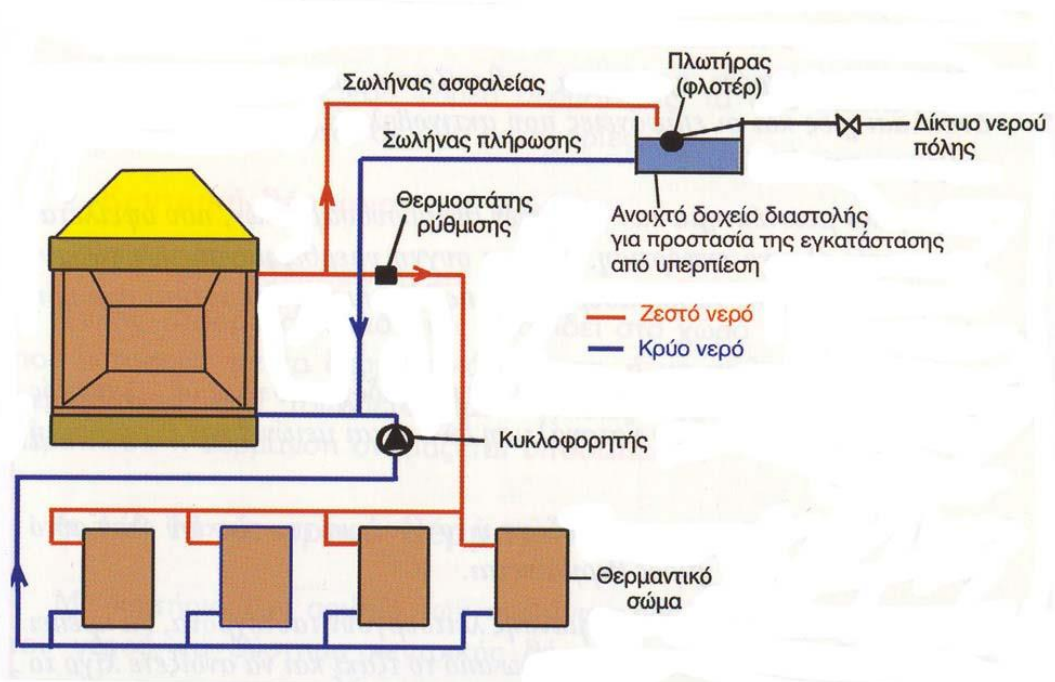
Επειδή οι εστίες με πόρτα, όταν λειτουργούν με την πόρτα κλειστή, δημιουργούν υποπίεση μέσα στον θάλαμο καύσης, πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα και προσοχή στο άνοιγμα της πόρτας, είτε ανοίγοντας την στο πλάι, είτε ανασύροντας την προς τα πάνω. Η πόρτα πρέπει να ανοίγει και να κλείνει σιγά-σιγά. Απότομο άνοιγμα θα προκαλέσει απότομη εισροή αέρα μέσα στον θάλαμο καύσης, με αποτέλεσμα την έξοδο καπνού από την εστία.

Η εστία είναι μια συσκευή η οποία χρήζει προσοχής και σωστής χρήσης. Δεν πρέπει ποτέ να υπερβαίνονται τα όρια την αντοχή της, καίγοντας την συνεχώς πολλές ώρες στο μέγιστο της, προσπαθώντας να θερμάνετε πολύ μεγαλύτερους χώρους απ' ότι πραγματικά η εστία μπορεί να θερμάνει. Μια τέτοια αλόγιστη χρήση θα προκαλέσει φθορά και βλάβη στην εστία, στην πλάτη της, στις σχάρες καύσης κλπ., καθώς και βλάβες στο σύνολο της κατασκευής, αποκόλληση μαρμάρων επένδυσης, φθορές στην καμινάδα κλπ. Δεν πρέπει να καίγονται μικρά αποκόμματα ξύλων, πατωμάτων, νοβοπάν, σανίδες, και κλαράκια σαν κύρια καύσιμη ύλη. Το ιδανικό είναι τα κούτσουρα και μάλιστα ξερά και σκληρά. Το κάθε ενεργειακό τζάκι έχει μέγιστο θερμικής απόδοσης, δεν μπορούμε να το υπερβούμε βάζοντας περισσότερα ξύλα, μόνο ζημιά θα κάνουμε και τίποτα άλλο. Επιλέγουμε το κατάλληλο τζάκι ως προς τις θερμίδες για να καλύπτει άνετα το χώρο μας.

Η ένθετη εστία είναι ειδικά κατασκευασμένη εστία ώστε να τοποθετείται σε υπάρχοντα ανοικτά τζάκια, γι' αυτό λέγονται ένθετη εστία ή κασέτα και σκοπό έχει να τα μετατρέψει σε ενεργειακά, αερόθερμα τζάκια. Έχει όλα τα ανωτέρω πλεονεκτήματα των μαντεμένιων ενεργειακών κλειστών εστιών ενσωματωμένα βεντιλατέρ για μεγιστοποίηση της απόδοσης. Τοποθετείται εύκολα, χωρίς πολλά μερεμέτια, μέσα σε λίγες ώρες. Το αποτέλεσμα είναι η μετατροπή του παλιού σας τζακιού σε ένα σύγχρονο ενεργειακό, αερόθερμο τζάκι, οικονομικό στη λειτουργία. Το παραδοσιακό τζάκι έχει το μεγάλο μειονέκτημα της μειωμένης θερμικής απόδοσης (περίπου 10-20%). Το υπόλοιπο της θερμότητας που παράγεται καταλήγει στην καμινάδα. Επίσης, το παραδοσιακό τζάκι καίει πολλά ξύλα, διότι υπάρχει πλήρης απουσία ελέγχου της καύσης.

Τέλος, με την τοποθέτηση διπλών τζαμιών στα σπίτια μας, υπάρχει σοβαρό πρόβλημα καπνίσματος και υγιεινής. Στην καλύτερη περίπτωση που το τζάκι δεν καπνίζει, δεν παύει να αποτελεί μια φυσική ρουφήχτρα της ζέστης που παράγει το καλοριφέρ και που καταλήγει στην καμινάδα. Επιλέγοντας όμως ενεργειακό τζάκι επιτυγχάνουμε αυξημένη απόδοση θερμότητας, οικολογική δευτερογενή καύση, οικονομία καυσίμου, δυνατότητα διανομής του θερμού αέρα μέσω των αεραγωγών και ασφάλεια. Ακόμα μπορεί να μας καλύψει σαν τη μοναδική θέρμανση του σπιτιού μας λόγω της θερμικής απόδοσης και να κάνουμε γρήγορη απόσβεση των χρημάτων που δαπανήσαμε.

Η τοποθέτηση πόρτας σε μία συμβατική εστία δεν είναι εφικτή γιατί, σε περίπτωση που αυτή λειτουργήσει κλειστή, θα αναπτυχθούν υψηλές θερμοκρασίες τις οποίες δεν είναι κατασκευασμένη για να αντέχει και θα σπάσει. Επίσης είναι ανέφικτο να τοποθετηθεί πόρτα που να ανοίγει προς τα πάνω διότι απαιτείται ειδικός μηχανισμός με αντίβαρο.



Εικόνα 2.5.2 Ενεργειακό Τζάκι Καλολιφέρ

Η αγορά ενεργειακού τζακιού ενδύκνεται καθώς το τζάκι είναι το σημείο του σπιτιού που συγκεντρώνει την οικογένεια για χαλάρωμα, θαλπωρή και παρέα. Προσδίδει αξία στο σπίτι μας και αναδεικνύει το προσωπικό μας γούστο. Ο σημαντικότερος όμως λόγος είναι η μεγάλη οικονομία καυσίμων που πετυχαίνουμε όταν γίνει η σωστή επιλογή τζακιού.

Όσο αφορά την λειτουργία του τζακιού η καπνοδόχος είναι μεταλλικός αγωγός κατά κανόνα, στρογγυλής διατομής, κατακόρυφος με ανώτερη κλίση 45 μοιρών όπου μέσα από αυτόν διαχέεται στην ατμόσφαιρα ο παραγόμενος κατά την καύση καπνός. Αποτελεί πολύ σημαντικό στοιχείο για το τζάκι γιατί παίζει καταλυτικό ρόλο στη σωστή λειτουργία και απόδοση του. Η διατομή και η κατασκευή της αλλά και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι σύμφωνα με αυστηρές προδιαγραφές και κανονισμούς λειτουργίας και ασφαλείας. Θα πρέπει να δίνετε ιδιαίτερη προσοχή στη μόνωση της όπου αυτή περνά από εξωτερικό χώρο για να αποφεύγετε η υγραποίηση της. Είναι σημαντικό αυτοί που τοποθετούν ενεργειακά τζάκια να έχουν παρακολουθήσει σεμινάρια ασφαλούς τοποθέτησης καπνοδόχου καθώς και τα υλικά αυτής να φέρουν την απαραίτητη πιστοποίηση για τη χρήση που θα ασκήσουν. Σημαντικό στοιχείο επίσης είναι το καπέλο στην στέγη ώστε να αποφεύγονται οι στροβιλισμοί από τους άνεμους.

Καλό θα ήταν όσοι ενδιαφέρονται να εγκαταστήσουν ενεργειακά τζάκια να απευθυνθούν σε επώνυμες εταιρείες τζακιών οι οποίες είναι πιστοποιημένες από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως προς την ποιότητα των προϊόντων τους. Επίσης, τα υλικά που χρησιμοποιούν για την κατασκευή των τζακιών τους είναι πολύ καλύτερα σε σχέση με κάποιες εταιρείες άγνωστες (κυρίως Βαλκανικής προέλευσης). Οι επώνυμες εταιρείες παρέχουν εγγύηση για το προϊόν τους, εξασφαλίζουν ανταλλακτικά σε περίπτωση ζημιών και service.

Έτσι, στην πραγματικότητα, ενώ τα επώνυμα τζάκια είναι πιο ακριβά στην αρχική τους αγορά σε σχέση με κάποια άγνωστα και αμφιβόλου ποιότητας, στην ουσία μέσα σε κάποιο μικρό χρονικό διάστημα διαπιστώνουμε ότι είναι πιο φθηνά διότι δεν παρουσιάζουν ζημιές

με την προϋπόθεση βέβαια να συντηρούνται σωστά, αλλά ακόμα και αν βγάλουν υπάρχουν τα ανταλλακτικά για να αντικατασταθούν και να μην αχρηστευθεί το τζάκι.

#### Πλεονεκτήματα

- Φθινό καύσιμο
- Αισθητική
- Μέγλη ενεργειακή απόδοση
- Ασφάλεια
- Έλεγχος καύσης

#### Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος εγκατάστασης σε σχέση με το συμβατικό τζάκι
- Συνεχής καθαρισμός εστίας και κανμινάδας
- Η λειτουργία του εξαρτάται από ηλεκτρικό ρεύμα
- Συνεχής τροφοσία με ξύλα
- Η έκλυση καυσαέριων είναι υπεύθυνη τόσο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου όσο και για το φαινόμενο της αιθαλομίχλης

## 2.6 Τηλεθέρμανση

Τι είναι η τηλεθέρμανση

Τηλεθέρμανση (Τ/Θ) ορίζεται η παροχή θέρμανσης με ειδικό δίκτυο μονωμένων αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό, το οποίο θερμαίνεται σε λέβητες, συνήθως σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, αρκετά μακριά από το χώρο κατανάλωσης. Είναι δηλαδή η θέρμανση των κτιρίων μιας πόλης ή ενός τμήματος της πόλης από κεντρικό καυστήρα και όχι από ατομικούς. Η θέρμανση του νερού γίνεται με την καύση αερίου, πετρελαίου ή γαιανθράκων (λιγνιτών) σε ένα εργοστάσιο παραγωγής κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και συμπληρωματικά θερμικής ή αντίστροφα. Η θερμότητα, η οποία απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της τηλεθέρμανσης, προέρχεται από τον ατμό που χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο και ειδικότερα από το τέλος της διαδικασίας. Ο ατμός έχει μια θερμοκρασία 120°C-140 °C. Με τον θερμό αυτόν ατμό θερμαίνεται το νερό που χρησιμοποιείται στην τηλεθέρμανση, περνώντας οι σωλήνες, με τους οποίους μεταφέρεται, δίπλα από τον ατμό, δηλαδή σε έναν εναλλάκτη θερμότητας. Στην αρχή της παροχής, το νερό έχει θερμοκρασία 100°C και στην επιστροφή 20°C – 40°C. Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση Τ/Θ στην Ελλάδα ξεκίνησε στην Πτολεμαΐδα το 1960, θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Σήμερα εγκαταστάσεις Τ/Θ διαθέτουν οι πόλεις της Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Αμύνταιου, Φιλώτα και Μεγαλόπολης που αξιοποιούν το θερμικό φορτίο των γειτονικών θερμοηλεκτρικών σταθμών.

Ιστορική αναδρομή

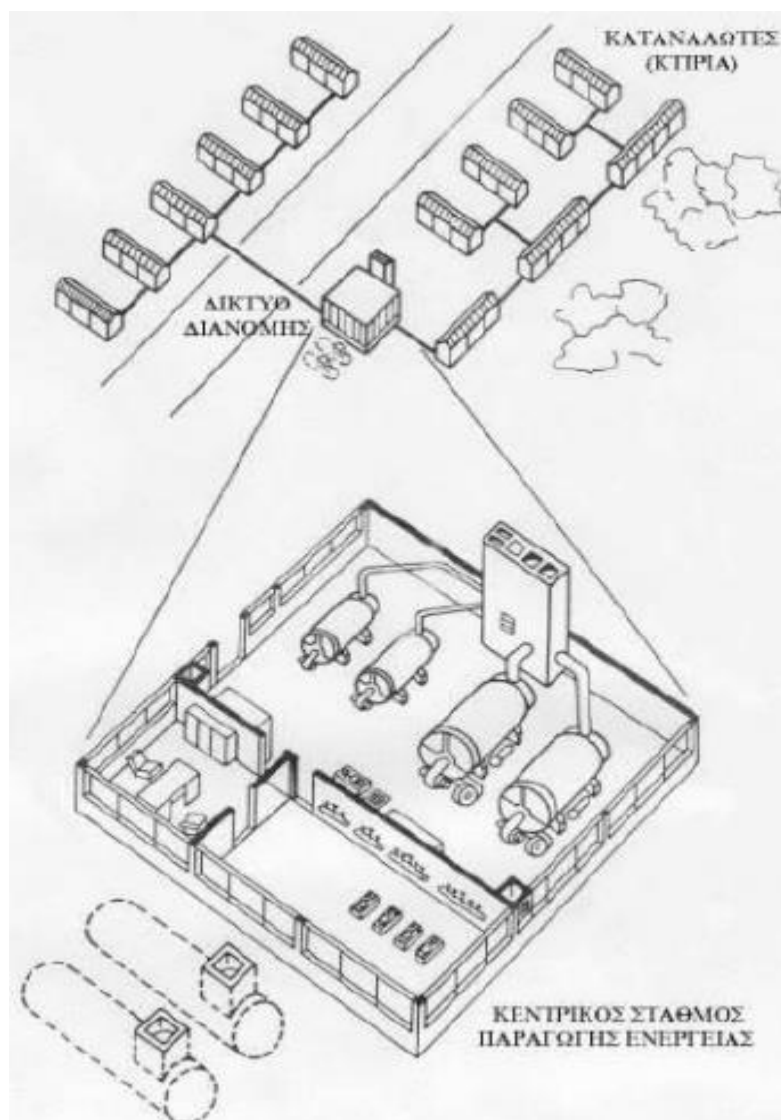
Η τεχνολογία της τηλεθέρμανσης χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Ισλανδία όπου σήμερα έχουν επιτύχει την κάλυψη του 98% των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση, στην Εσθονία, Πολωνία, Δανία, Σουηδία και Φιλανδία περίπου το 50% και σε πολλές άλλες Ευρωπαϊκές χώρες μικρότερα ποσοστά.

Στη χώρα μας άρχισε να χρησιμοποιείται από την δεκαετία του 90 και από τότε πάνω από 110 εκατ. ευρώ επενδύθηκαν από το 1992 μέχρι σήμερα στην Τηλεθέρμανση Κοζάνης, που λειτουργεί με απόλυτη επιτυχία από το 1993 θερμαίνοντας 25.000, περίπου, διαμερίσματα, σε ένα σύνολο 4.900, περίπου, κτιρίων. Τα χρήματα αυτά προήλθαν από ευρωπαϊκά προγράμματα, το Π.Δ.Ε. και ίδιους πόρους της ΔΕΥΑΚ και απέφεραν:

- Τις εγκαταστάσεις ατμοληψίας από τις μονάδες III IV και V του ΑΗΣ/ΔΕΗ Αγ. Δημητρίου
- Λεβητοστάσιο αιχμής
- Αντλιοστάσια μεταφοράς και διανομής
- Δίκτυο τροφοδότησης και διανομής, συνολικού μήκους σωλήνων πάνω από 450 χιλιόμετρα.

## Βασικά μέρη ενός συστήματος τηλεθέρμανσης

Τα βασικά μέρη ενός συστήματος τηλεθέρμανσης είναι ο κεντρικός σταθμός παραγωγής ενέργειας, το δίκτυο διανομής θερμότητας και οι υποσταθμοί των κτιρίων.



Εικόνα 2.6.1 Βασικά μέρη ενός συστήματος τηλεθέρμανσης

### α) Κεντρικός σταθμός παραγωγής ενέργειας

Η παραγωγή θερμικής ενέργειας μπορεί να είναι είτε αυτόνομη είτε συνδυασμένη με παράλληλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η πρωτογενής ενέργεια για την παραγωγή της θερμότητας στους σταθμούς παραγωγής ή συμπαραγωγής μπορεί να προέρχεται από συμβατικά ορυκτά καύσιμα, από πυρηνικά καύσιμα, από γεωθερμία, από ηλιακή ενέργεια

από καύση αποριμμάτων ή βιομάζα.Οι κεντρικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας περιλαμβάνουν τους λέβητες ή τους εναλλάκτες θερμότητας ως κύριες μονάδες και συμπληρωματικά τους καυστήρες τις δεξαμενές καυσίμου τις αντλίες τις μονάδες επεξεργασίας νερού(αποσκλήρυνση),τα όργανα μετρήσεων, ασφαλείας και ελέγχου,τις καπνοδόχους κ.λ.π.ανάλογα με τις διεργασίες που πραγματοποιούνται.



Εικόνα 2.6.2 Κεντρικός σταθμός παραγωγής ενέργειας

#### β) Το δίκτυο διανομής

Συνίσταται από ένα δίκτυο σωληνώσεων για τη μεταφορά της θερμότητας με φορέα τον ατμό,το θερμό ή το υπέρθερμό νερό.Το δίκτυο σωληνώσεων αποτελείται συνήθως από προμονωμένους χαλύβδινους αγωγούς οι οποίοι οδεύονται απευθείας μέσα στο έδαφος ή σε υπόγεια κανάλια από μπετόν.



Εικόνα 2.6.3 Δίκτυο διανομής τηλεθέρμανσης

### γ) Τους υποσταθμούς των κτιρίων

Στους υποσταθμούς των κτιρίων συνδέονται οι εγκαταστάσεις των καταναλωτών με το δίκτυο. Κάθε υποσταθμός αποτελείται από το σταθμό απόδοσης θερμότητας το οποίο είναι ιδιοκτησία του δικτύου και το μηχανοστάσιο του κτιρίου το οποίο είναι ιδιοκτησία του καταναλωτή.



Εικόνα 2.6.4 Υποσταθμός τηλεθέρμανσης σε κτίριο

### Είδη υποσταθμών

Υπάρχουν διάφορα είδη υποσταθμών ανάλογα με τη θερμοκρασία προσαγωγής, τον τρόπο λειτουργίας των εγκαταστάσεων, τον τρόπο τιμολόγησης κ.λ.π. Το θερμό (έως 110°C) ή υπέρθερμο (άνω των 110 °C) νερό του δικτύου διανομής μπορεί να διοχετευθεί κατευθείαν στο δίκτυο του κτιρίου, για λόγους απλότητας και φθηνής κατασκευής.

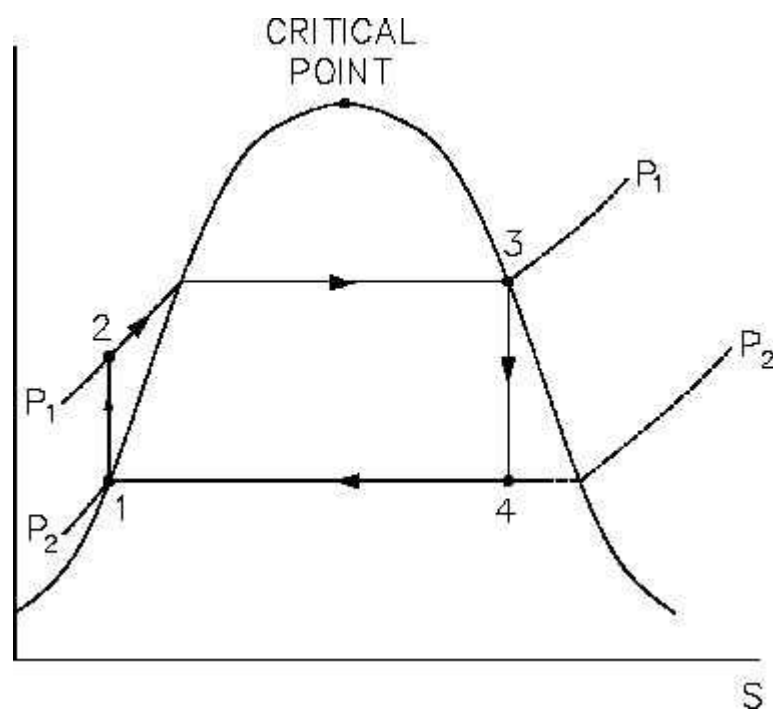
Στην περίπτωση αυτή καταργούνται οι κυκλοφορητές στα δίκτυα των κτιρίων. Η άμεση σύνδεση είναι δυνατή όταν τα σώματα του κτιρίου είναι ανθεκτικά σε υπερπιέσεις. Όταν η σύνδεση δεν είναι άμεση, χρησιμοποιούνται εναλλάκτες θερμότητας, το κόστος των ρυθμιστικών διατάξεων είναι χαμηλότερο αλλά υπάρχουν απώλειες θερμοκρασίας από 5 °C έως 10 °C. Ο ατμός μπορεί να διοχετευθεί απευθείας στο δίκτυο του κτιρίου μέσω βαλβίδας μείωσης της πίεσης (στραγγαλισμός) ή έμμεσα μέσω εναλλάκτη θερμότητας ατμού-νερού, όπου ο ατμός του δικτύου συμπυκνώνεται σε θερμό νερό.

Οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης ανάλογα με τον φορέα διακρίνονται σε εγκαταστάσεις θερμού νερού και σε υπέρθερμου νερού και ατμού. Ως προς τον τρόπο παροχής διακρίνονται σε απευθείας εγκαταστάσεις όπου αυτός γίνεται απευθείας ή με άλλα λόγια ο φορέας θερμότητας κυκλοφορεί και στο δίκτυο σωληνώσεων του καταναλωτή. Άλλη μια διάκριση είναι η έμμεση όπου στον υποσταθμό του κτιρίου υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας. Επίσης διακρίσεις γίνονται και με κριτήριο το μέγεθος και το είδος των θερμαινόμενων κτιρίων. Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί η θέρμανση εργοστασίων όπου η εγκατάσταση παρέχει εκτός από τη θέρμανση και βιομηχανική θερμότητα.

## Τρόπος λειτουργίας

Στα συστήματα τηλεθέρμανσης υπάρχει μία μόνο κεντρική εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας για ένα μικρό ή μεγάλο σύνολο κτιρίων, σε αντίθεση με τα κλασσικά συστήματα κεντρικής θέρμανσης, στα οποία η εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας ευρίσκεται στο τόπο κατανάλωσης (π.χ. λέβητας σε μονοκατοικία ή πολυκατοικία, σχολείο, νοσοκομείο κ.λ.π.). Η θερμότητα διανέμεται προς τα επιμέρους θερμαινόμενα κτίρια με θερμό νερό ή ατμό μέσω σωληνώσεων, και η οικονομική εκμετάλλευση ανήκει σε επιχειρήσεις ή δήμους, όπως στα συστήματα ύδρευσης.

Το εργαζόμενο μέσο ενός ατμοπαραγωγού διέρχεται από τέσσερις διεργασίες οι οποίες απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα εντροπίας-θερμοκρασίας-πίεσης. Η διεργασία 1-2 πραγματοποιείται από μια αντλία η οποία αυξάνει την πίεση του εργαζόμενου μέσου από την πίεση  $P_1$  σε πίεση  $P_2$ . Στη συνέχεια κατά την διεργασία 2-3 προσδίδεται θερμότητα στο σύστημα λόγω της καύσης του λιγνίτη ή κάποιου άλλου καυσίμου. Το αποτέλεσμα είναι η μετατροπή του υπόψυκτου νερού σε κορεσμένο ατμό (στην πραγματικότητα υπέρθερμος αφενός για να επιτύχουμε καλύτερη απόδοση και αφετέρου για να αποφύγουμε το φαινόμενο της σπηλαιώσης που οδηγεί σε φθορά των πτερυγίων του ατμοστροβίλου), ο οποίος στη συνέχεια εκτονώνεται στον στρόβιλο κατά την διεργασία 3-4 προκειμένου να περιστραφεί το πηνίο και έτσι να παραχθεί το ηλεκτρικό ρεύμα. Στη τελική διεργασία 4-1 μετατρέπουμε το μίγμα ατμού-νερού σε κορεσμένο νερό μέσω ενός συμπιεκνωτή. Κατά τη διεργασία αυτή απελευθερώνονται μεγάλα ποσά θερμότητας τα οποία είτε εκμεταλλεύονται για θερμικές ανάγκες όπως στη τηλεθέρμανση είτε απλά απορρίπτονται στο περιβάλλον χωρίς καμία αξιοποίηση.



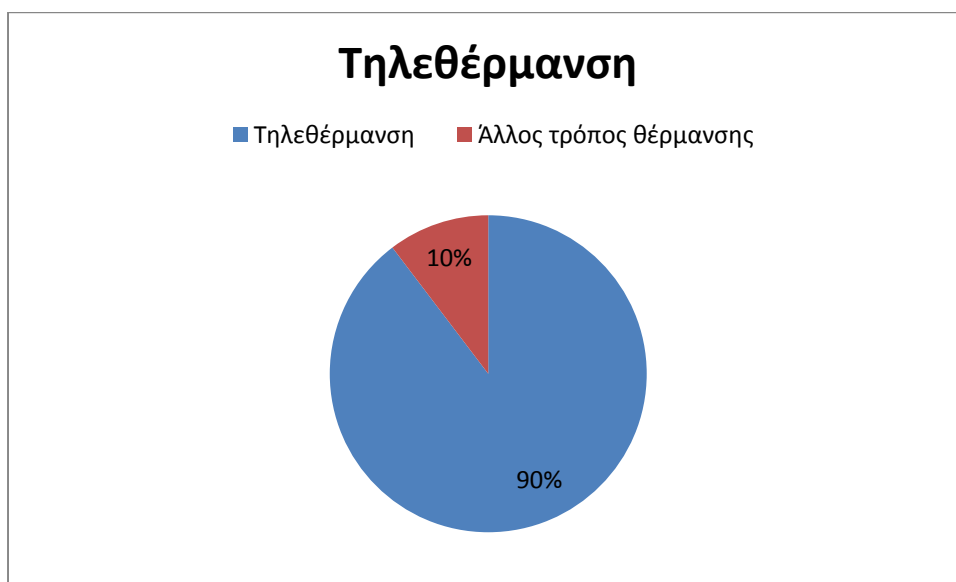
Εικόνα 2.6.5 Θερμοδυναμικό Διάγραμμα Ατμοπαραγωγού



## Η τηλεθέρμανση σήμερα

Η τηλεθέρμανση σήμερα εφαρμόζεται στις περιοχές Κοζάνης, Φλώρινας και Αμυνταίου. Με άλλα λόγια αυτές οι πόλεις έχουν είναι εδώ και χρόνια απεξαρτοποιημένες από τον μαύρο χρυσό καθώς εξασφαλίζουν άφθονη ζέστη και ζεστό νερό από τα ποσά θερμότητας που 'περισεύουν από την διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος' μειώνοντας έτσι το κόστος θέρμανσης στο 25% του κόστους πετρελαίου. Η τιμή της μεγαβατώρας κυμένεται σήμερα στα 42,64 € με το ΦΠΑ η οποία πέρσι αντιστοιχούσε στο 1/3 της τιμής του πετρελαίου ενώ φέτος που η πετρελαϊκή μεγαβατώρα εκτοξεύεται στα 175 € αντιστοιχεί στο 1/4 της τιμής του πετρελαίου.

Το χαμηλό κόστος θέρμανσης με τηλεθέρμανση επιβεβαιώνεται έμπρακτα και από την στάση των καταναλωτών των οποίων η συντριπτική πλειοψηφία την προτιμάει έναντι του πετρελαίου. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με απογραφή που έγινε το 2001 ο νομός Κοζάνης αποτελείται από 48.976 νοικοκυριά και η κωμόπολη του Αμυνταίου έχει περίπου 1.212 σύμφωνα με απογραφή που έγινε το 2011 από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ). Από τα συνολικά 50.188 νοικοκυριά τα 45.000 έχουν τηλεθέρμανση.

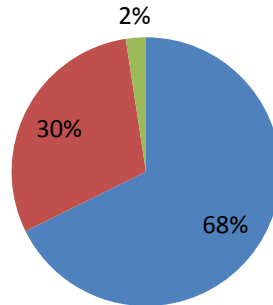


Εικόνα 2.6.6 Σύγκριση Τηλεθέρμανσης με άλλους τρόπους θέρμανσης

Στο παρακάτω διάγραμμα εξετάζεται η κατανομή ζήτησης τηλεθέρμανσης ανάλογα με την περιοχή το οποίο έχει προκύψει από το σύνολο κατοίκων σε κάθε περιοχή οι οποίοι έχουν καταγραφεί ότι είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο τηλεθέρμανσης. Η πόλη της Φλώρινας δεν εντάχθηκε στο συγκεκριμένο διάγραμμα καθώς το σχέδιο ένταξης της στο δίκτυο τηλεθέρμανσης δεν είχε ολοκληρωθεί.

## Κατανομή Ζήτησης Τηλεθέρμανσης ανα περιοχή

■ Κοζάνη ■ Πτολεμαΐδα ■ Αμύνταιο



Εικόνα 2.6.7 Κατανομή ζήτησης τηλεθέρμανσης ανα περιοχή

### Οφέλη τοπικής κοινωνίας

Τα οφέλη της τοπικής κοινωνίας ήταν πάρα πολλά καθώς αναβαθμίστηκε η ποιότητα ζωής των κατοίκων που απολαμβάνουν ένα καθαρότερο περιβάλλον, απαλλαγμένο από τις καμινάδες των κεντρικών θερμάνσεων που λειτουργούσαν με μαζούτ και πετρέλαιο, που επιβάρυναν την ήδη επιβαρημένη από τις δραστηριότητες της ΔΕΗ ατμόσφαιρα μας

Οι μειωμένες τιμές συγκριτικά με τις τιμές του πετρελαίου είχαν σαν αποτέλεσμα οι κάτοικοι της Κοζάνης να δαπάνησουν για τη θέρμανση τους 65 εκατομμύρια ευρώ λιγότερα, αυξάνοντας ανάλογα το διαθέσιμο εισόδημα τους. Πιο συγκεκριμένα, εξοικονομήθηκε συνάλλαγμα λόγω μη κατανάλωσης 380.000 τόνων πετρελαίου θέρμανσης και κάθε χρόνο θα εξοικονομούνται 32.000 τόνοι πετρελαίου θέρμανσης.

Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι ότι σε δημιουργήθηκαν νέες θέσεις εργασίας, άμεσα και έμμεσα, και δόθηκε νέα ώθηση στην εμπορική και βιοτεχνική δραστηριότητα της πόλης. Παράγοντας πολύ σημαντικός αν αναλογιστούμε τα αυξημένα ποσοστά ανεργίας λόγω οικονομικής κρίσης, τα οποία κάνουν λιγότερο αισθητή την παρουσία τους στο δήμο Κοζάνης.

Από το 1994 απασχολούνται σαράντα εργαζόμενοι για τη λειτουργία του συστήματος και υπολογίζεται ότι στην κατασκευή του έργου από το 1993 μέχρι σήμερα απασχολήθηκαν πάνω από 100 άτομα, ανά έτος.

Υπάρχει η δυνατότητα της περαιτέρω ανάπτυξης της περιοχής με πολλαπλές δραστηριότητες, στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα, όπως είναι τα θερμοκήπια, τα ξηραντήρια κ.α.

### Πλεονεκτήματα τηλεθέρμανσης

- Μεγάλος βαθμός απόδοσης. Ο βαθμός απόδοσης σε μερική λειτουργία ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμότητας είναι μεγαλύτερος από ότι σε πολλούς

μικρούς μεμονωμένους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στον κεντρικό σταθμό υπάρχουν πολλοί λέβητες, οι οποίοι μπαίνουν σε λειτουργία σταδιακά ανάλογα με τη ζήτηση και λειτουργούν συνήθως στο μέγιστο της ισχύος τους.

- Μεγάλος βαθμός εκμετάλλευσης του καυσίμου. Οι σταθμοί συμπαραγωγής έχουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση (άνω του 80%) σε σχέση με τους μεμονωμένους σταθμούς παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (έως 42%).
- Αξιοπιστία παροχής ενέργειας, από την ύπαρξη εφεδρικών λεβήτων.
- Δυνατότητα σύνδεσης με υπάρχοντα κτίρια.

#### Μειονεκτήματα

- Αρχικό κόστος εγκατάστασης
- Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση στερεών καυσίμων

## 2.7 Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης

### 2.7.1 Θερμαντήρες ακτινοβολίας

Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας περιέχουν ένα θερμαντικό στοιχείο το οποίο φτάνει σε υψηλή θερμοκρασία. Το στοιχείο αυτό συνήθως καλύπτεται από ένα γυαλί και με έναν ανακλαστήρα ο οποίος κατευθύνει την ενέργεια προς συγκεκριμένη κατεύθυνση. Το στοιχείο εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία η οποία μεταφέρεται μέσω του αέρα μέχρις ότου συναντήσει κάποια απορροφητική επιφάνεια, όπου ένα μέρος της απορροφάται και ένα άλλο ανακλάται. Η θερμότητα που εκλύεται ζεσταίνει αμέσως τους ανθρώπους και τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο και όχι τόσο τον αέρα. Αυτός ο τρόπος θέρμανσης είναι χρήσιμος σε περιοχές όπου μη θερμαινόμενος αέρας εισάγεται στο χώρο. Επίσης είναι ιδανικός για διαμερίσματα και γκαράζ όπου είναι επιθυμητή η θέρμανση σε συγκεκριμένα σημεία. Οι θερμαντήρες ακτινοβολίας λειτουργούν αθόρυβα αλλά αποτελούν κίνδυνο όταν βρίσκονται κοντά σε ξύλινες επιφάνειες καθώς είναι δυνατό να πάρουν φωτιά εξ' αιτίας της υψηλής συγκέντρωσης θερμότητας που έχουν χωρίς κάποια ασφάλεια υπερθέρμανσης.

Παρακάτω επεικονίζεται ένας θερμαντήρας ακτινοβολίας όπου σπείρες σύρματος πυρακτώσεως νικελίου χρωμίου είναι τοποθετημένο μέσα σε έναν κύλινδρο πυριτίου όπου είναι ανοιχτός από την εξωτερική πλευρά. Υπάρχουν και μοντέλα υπέρυθρων θερμαντήρων όπου ο πυριτικός κύλινδρος καλύπτει πλήρως την ωμική αντίσταση ή το κράμα της ωμικής αντίστασης δεν αποτελείται από Νικέλιο και Χρώμιο.



Εικόνα 2.6.1 Θερμαντήρας Ακτινοβολίας

### 2.7.2 Ηλεκτρικά καλοριφέρ

Σε ένα καλοριφέρ ή αλλιώς θερμαντήρα συναγωγής, το θερμαντικό στοιχείο θερμαίνει τον αέρα που έρχεται σε επαφή με αυτό μέσω της συναγωγής. Ο ζεστός αέρας έχει μικρότερη πυκνότητα σε σχέση με τον ψυχρό αέρα και έτσι ανυψώνεται επιτρέποντας την εισαγωγή νέας ποσότητας ψυχρού αέρα παίρνοντας την θέση του. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα ρεύμα θερμού αέρα που εξέρχεται από τον θερμαντήρα, θερμαίνοντας τον χώρο τριγύρω και αφού έχει χάσει την θερμότητα που είχε αρχικά να επιστρέψει στο θερμαντήρα για να επαναληφθεί ο κύκλος. Μερικές φορές οι συσσωρευτές αυτοί είναι γεμάτοι με λάδι λειτουργώντας ως θερμοσυσσωρευτές. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα είναι συνηθισμένο σε παλαιές οικίες να χρησιμοποιούνται θερμοσυσσωρευτές όπου υπάρχει δυνατότητα νυχτερινού ρεύματος το οποίο είναι μειωμένο κατά περίπου 30% σε σχέση με το κανονικό.

Οι θερμοσυσσωρευτές είναι ιδανικοί για θέρμανση κλειστών χώρων καθώς λειτουργούν αθόρυβα και έχουν πολύ μικρό κίνδυνο πρόκλησης πυρκαριάς σε σχέση με τους θερμαντήρες ακτινοβολίας. Ενδύκνεται για χώρους όπου απαιτείται θέρμανση για σύντομο χρονικό διάστημα ή για περιπτώσεις όπου πραγματοποιείται θέρμανση στο χώρο χωρίς να υπάρχει επιτήρηση από κάποιον.



Εικόνα 2.6.2 Ηλεκτρικά καλοριφέρ

### 2.7.3 Αερόθερμα

Το αερόθερμο λειτουργεί με την βοήθεια ενός ανεμιστήρα και μιας ηλεκτρικής αντίστασης. Πιο συγκεκριμένα το θερμαντικό στοιχείο που είναι συνήθως μια ηλεκτρική αντίσταση θερμαίνει τον αέρα και στη συνέχεια με την βοήθεια του ανεμιστήρα διαχέεται στο χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε. Ο μηχανισμός μετάδοσης θερμότητας που στηρίζεται η συσκευή είναι η εξαναγκασμένη συναγωγή. Η συσκευή αυτή μπορεί να θερμάνει αρκετά γρήγορα έναν χώρο όμως έχει δύο βασικά μειονεκτήματα. Πρώτον, κάνει θόρυβο και δεύτερον αυξάνει την συγκέντρωση της σκόνης στον αέρα με αποτέλεσμα να μειώνει την ποιότητα του.

Η απόδοση τους είναι 100% ,δηλαδή μετατρέπουν όλη την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική. Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο ανεμιστήρας δεν πάει χαμένη καθώς αρχικά αποθηκεύεται με την μορφή κινητικής ενέργειας στο ρευστό(αέρα) και στη συνέχεια αποδίδεται στο χώρο υπο μορφή θερμότητας μέσω της εξαναγκασμένης συναγωγής όπως είπαμε προηγουμένως. Τα αερόθερμα αν και αποδοτικά δεν μπορούν να συναγωνιστούν συστήματα καύσης λόγω της αυξημένης τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος. Το γεγονός αυτό τα καθιστά ιδανικά για περιστασιακή χρήση και όχι για μόνιμη.

## 2.7.4 Θερμοσυσσωρευτές

Ο θερμοσυσσωρευτής είναι μια συσκευή η οποία αποθηκεύει θερμότητα κατά την διάρκεια της νύχτας, όπου το ηλεκτρικό ρεύμα είναι πιο φθηνό, την οποία απελευθερώνει κατά την διάρκεια της μέρας.

Ένας θερμοσυσσωρευτής αποτελείται μια τράπεζα θερμότητας όπου αποθηκεύεται η θερμότητα που θα χρησιμοποιηθεί αργότερα. Η τράπεζα αυτή αποτελείται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα τα οποία είναι χημικώς αδρανή. Για τον λόγο αυτό τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το νερό, κεραμικά όπως πυλινα τούβλα ή τσιμέντο. Έτσι οι ηλεκτρικές αντιστάσεις που υπάρχουν στο εσωτερικό αυτών των στοιχείων απελευθερώνουν θερμότητα για μεγάλο χρονικό διαστήμα η οποία αποθηκεύεται και στη συνέχεια απελευθερώνεται στο χώρο που εμείς θέλουμε να θερμάνουμε. Πολλές φορές για να επιτευχθεί πιο γρήγορη θέρμανση ενός χώρος χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες οι οποίοι κατανέμουν καλύτερα το θερμικό φορτίο στο χώρο.

### Πλεονεκτήματα

- Εύκολη εγκατάσταση
- Μεγάλο δίκτυο διανομής
- Δεν απαιτεί διαμόρφωση του χώρου
- Δεν απαιτούν συντήρηση
- Το μειωμένο κόστος λόγω νυχτερινού ρεύματος

### Μειονεκτήματα

- Η απώλειες θερμότητας κατά την διαδικασία φόρτισης που έχουν ως αποτέλεσμα την άσκοπη θέρμανση του χώρου όπου βρίσκεται ο θερμοσυσσωρευτής κατά την διάρκεια της νύχτας
- Στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες έτσι ώστε να επιτευχθεί καλύτερη και γρηγορότερη μετάδοση θερμότητας προκαλείται μείωση της ποιότητας του αέρα λόγω της αύξησης της ποσότητας σκόνης με δυσάρεστες συνέπειες για το ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα.
- Καταλαμβάνουν πολύ χώρο και έχουν μεγάλο βάρος εξ' αιτίας του υλικού που περιέχουν για να αποθηκεύουν θερμότητα.

## 2.8 Αντλίες Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας ενδείκνυνται για την θέρμανση ενός χώρου καθώς είναι πιο αποδοτικό σύστημα από τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης. Τα τελευταία χρόνια οι αντλίες θερμότητας κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς καθώς δεν είναι λίγοι οι ιδιοκτήτες σπιτιών τις προτιμούν ως κεντρικό σύστημα θέρμανσης.

Οι αντλίες θερμότητας είναι πιο διαδεδομένες σε περιοχές με ήπιο κλίμα όπου οι μέσες θερμοκρασίες το χειμώνα δεν πέφτουν κάτω από τους 7 [°C] καθώς σε χαμηλότερες θερμοκρασίες η απόδοση τους μειώνεται σημαντικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σχηματίζεται πάγος στην εξωτερική μονάδα ανταλλαγής θερμότητας ο οποίος εμποδίζει την ροή αέρα. Προκειμένου να λύσει αυτό το πρόβλημα η αντλία θερμότητας μετατρέπεται προσωρινά σε λειτουργία ψύξης ώστε να μετατρέψει τον εξατμιστή του εξωτερικού μέρους σε συμπυκνωτή για να απελευθερωθεί θερμότητα και να λιώσει ο πάγος. Προκειμένου να μην παραχθεί ψυχρός αέρας στον χώρο που θερμαίνουμε στο εσωτερικό της αντλίας υπάρχει μια ηλεκτρική αντίσταση η οποία θερμαίνει τον αέρα που εισέρχεται.

Το πρόβλημα του πάγου γίνεται ακόμη πιο έντονο στις χαμηλές θερμοκρασίες γι' αυτό οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται παράλληλα και με άλλες συμβατικές μεθόδους θέρμανσης όπως το φυσικό αέριο ή οι καυστήρες πετρελαίου, οι οποίες χρησιμοποιούνται τις μέρες του χειμώνα όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλή. Σε αυτή την περίπτωση η αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται όσο το επιτρέπουν οι εξωτερικές θερμοκρασίες και αν ξεπεραστεί το κρίσιμο σημείο όπου ο βαθμός απόδοσης έχει μειωθεί πάρα πολύ τότε χρησιμοποιούμε το βοηθητικό σύστημα.

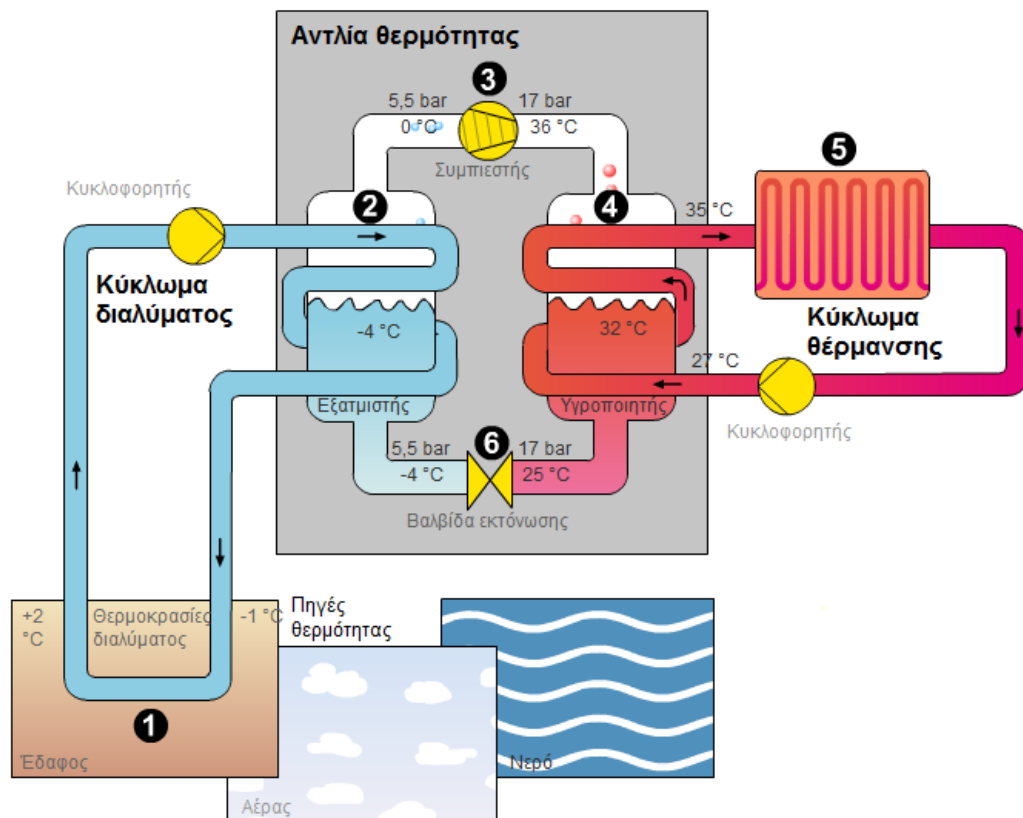
Ο διαχωρισμός των αντλιών θερμότητας γίνεται ανάλογα με το είδος του μέσου από το οποίο αντλούμε θερμότητα και ανάλογα με το μέσο που επιλέγουμε να μεταφέρουμε την θερμότητα στο χώρο που επιθυμούμε. Έτσι προκύπτουν έξι είδη αντλιών θερμότητας τα οποία αναλύονται παρακάτω.

### Τρόπος Λειτουργίας

Οι αντλίες θερμότητας εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες της πτητικότητας και συμπύκνωσης των ρευστών που είναι γνωστά ως ψυκτικά. Η αντλία θερμότητας συμπιέζει το ψυκτικό για να το κάνει θερμότερο από την πλευρά όπου εκλύεται θερμότητα και μειώνει την θερμοκρασία του από την πλευρά όπου αποβάλλεται θερμότητα.

Το εργαζόμενο μέσο στην αέρια του μορφή συμπιέζεται και κυκλοφορεί μέσα στο σύστημα μέσω του συμπιεστή. Την αντίστροφη διαδικασία όπου ο συμπιεσμένος ατμός ψύχεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας ονομάζεται συμπυκνωτής, όπου συμπυκνώνεται και μετατρέπεται σε υγρό με μέτρια θερμοκρασία. Το συμπυκνωμένο ψυκτικό στη συνέχεια περνάει μέσα από μια βαλβίδα εκτόνωσης όπου μειώνεται η πίεση και καταλήγει στον εξατμιστήρα όπου το εργαζόμενο μέσο απορροφά θερμότητα και βράζει. Είναι απαραίτητο το ψυκτικό να φτάνει σε επαρκή υψηλή θερμοκρασία όταν συμπιέζεται, να απελευθερώνει θερμότητα διαμέσου του 'ζεστού' εναλλάκτη θερμότητας (τον συμπυκνωτή).

Πανομοιότυπα, το ρευστό πρέπει να φτάσει μια επαρκή χαμηλή θερμοκρασία διαφορετικά η θερμότητα δεν μπορεί να ρέει από το περιβάλλον στο ρευστό στον ψυχρό εναλλάκτη θερμότητας, τον εξατμιστή. Ειδικότερα, η διαφορά πίεσης πρέπει να είναι αρκετή έτσι ώστε το ψυκτικό να συμπυκνώνεται στην θερμή πλευρά και να εξατμίζεται στην πλευρά χαμηλότερης πίεσης που επικρατεί στη ψυχρή πλευρά. Γι' αυτό ο βαθμός απόδοσης της αντλίας θερμότητας μειώνεται με την αύξηση της διαφοράς θερμοκρασίας καθώς το θερμοκρασιακό εύρος μέσα στο οποίο μπορεί να λειτουργεί ένα ψυκτικό είναι συγκεκριμένο.



Εικόνα 2.8.1 Τρόπος λειτουργίας μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας

- 1) Σύστημα ανταλλαγής θερμότητας του συστήματος με το περιβάλλον (έδαφος, νερό, αέρας)
- 2) Εξατμιστής αντλίας θερμότητας
- 3) Συμπιεστής αντλίας θερμότητας
- 4) Συμπυκνωτής αντλίας θερμότητας
- 5) Σύστημα ανταλλαγής θερμότητας του χώρου με την αντλία θερμότητας
- 6) Βαλβίδα εκτόνωσης



## Συντελεστής Απόδοσης ή COP

Ο συντελεστής απόδοσης COP (coefficient of performance) μας δείχνει πόσο ρεύμα χρησιμοποιούμε για την λειτουργία του συμπιεστή και πόση θερμότητα απελευθερώνεται στο σύστημα.

$$COP = \frac{\Delta Q}{\Delta W}$$

Οι αντλίες θερμότητας που έχουν ως πηγή θερμότητας τον αέρα είναι πιο αποδοτικές σε περιοχές με πιο ήπιο κλίμα σε σχέση με περιοχές με πιο ψυχρά. Ένας από τους λόγους είναι ότι όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή η τιμές του COP προσεγγίζουν το 1 και αυτό γιατί η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του ζεστού και ψυχρού τμήματος του κυκλώματος είναι πολύ μεγάλη. Το πρόβλημα αυτό δεν υπάρχει στις αντλίες θερμότητας που έχουν ως πηγή θερμότητας το έδαφος καθώς από τα πέντε περίπου μέτρα βάθος και μετά η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σταθερή στους 17-19°C και με αυτό τρόπο πετυχαίνεται βαθμός απόδοσης έως και 5.

Να σημειώσουμε ότι στον παρακάτω πίνακα το γεγονός ότι στις πρώτες τέσσερις κατηγορίες το COP κυμένεται από ένα έως τρία σχετίζεται με την γεωγραφική περιοχή στην οποία βρισκόμαστε και την ένταση των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Για παράδειγμα, μια αντλία θερμότητα αέρος-νερού στη πόλη της Αθήνας θα έχει COP περίπου στο δύο, σε μια νοτιότερη περιοχή όπως το Ηράκλειο θα αυξάνεται και ίσως να φτάνει και το τρία αλλά σε μια βόρεια περιοχή όπως της Θεσσαλονίκης και ιδιαίτερα της Κοζάνης το COP θα προσεγγίζει την τιμή ένα και θα λειτουργεί στην ουσία σαν ηλεκτρική συσκευή θέρμανσης. Οι μοναδικές περιπτώσεις όπου το COP της αντλίας παραμένει σταθερό και δεν εξαρτάται από τις εξωτερικές συνθήκες είναι οι δύο τελευταίες καθώς όπως έχουμε ήδη αναφέρει η θερμοκρασία του εδάφους από ένα συγκεκριμένο βάθος και μετά παραμένει σταθερή.

### Είδη αντλιών θερμότητας

Είδος	Πηγή θερμότητας	Εξωτερικό Ρευστό Μεταδοσης Θερμότητας	Συσκευή Μετάδοσης	COP
Αέρος-Αέρος	Εξωτερικός Αέρας	Αέρας	Fan coil	1-2
Αέρος-Νερού	Εξωτερικός Αέρας	Νερό	Ενδοδαπέδια	1-2
Νερού-Νερού	Υπόγεια νερά, λίμνη	Νερό	Ενδοδαπέδια	1-3
Νερού-Αέρα	Υπόγεια νερά, λίμνη	Αέρας	Fan coil	1-3
Εδάφους-Αέρα	Έδαφος	Αέρας	Fan coil	5
Εδάφους-Νερού	Έδαφος	Νερό	Ενδοδαπέδια	5

Πίνακας 2.8.1 Είδη αντλιών θερμότητας

### Πλεονεκτήματα

- Ελοικονόμηση ενέργειας λόγω του αυξημένου βαθμού απόδοσης
- Ευκολία εγκατάστασης
- Ελάχιστη συντήρηση
- Ασφάλεια καθώς δεν πραγματοποιείται καποια διεργασία καύσης
- Ευκολία συνδυασμών καθώς μπορούν να εγκατασταθούν σε παλιά κτίρια και μπορούν να συνδεθούν με υπάρχοντα θερμαντικά σώματα, συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού καθώς και με σώματα Fan coils.

### Μειονεκτήματα

- Ο συντελεστής απόδοσης σε ορισμένες περιπτώσεις εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες
- Αυξημένο αρχικό κόστος
- Τα μικροσωματίδια που υπάρχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις σε αστικά περιβάλλοντα μπορούν να προκαλέσουν φθορά στον συμπιεστή
- Τα fan coils προκαλούν μετακίνηση της σκόνης με αποτέλεσμα να προκύπτουν προβλήματα τόσο αισθητικά (οι κουρτίνες μαυρίζουν πιο γρήγορα) όσο και υγείας (ερεθισμός στα μάτια, αναπνευστικά).

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> Συστήματα Ψύξης

### 3.Ψύξη

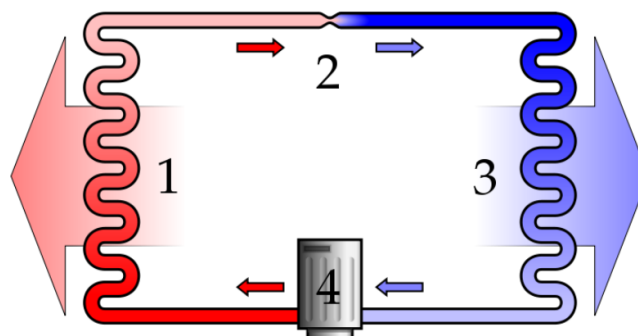
Ψύξη είναι η διαδικασία κατά την οποία αφαιρούμε θερμότητα από ένα χώρο έτσι ώστε να μειώσουμε ή να διατηρήσουμε την θερμοκρασία του σε μία επιθυμητή τιμή,προκειμένου να αισθάνονται άνετα τα άτομα που βρίσκονται μέσα σε αυτόν.

Η ψύξη φαίνεται να ξεκίνησε να χρησιμοποιείται για πρώτη φορά στην αρχαία Αίγυπτο όπου τοποθετούνταν καλάμια στα παράθυρα διαμέσου των οποίων έτρεχε νερό και έτσι ψυχόταν ο χώρος.Επίσης στην αρχαία Ρώμη το νερό των υδραγωγείων ανακυκλοφορούσε διαμέσου των τοίχων των σπιτιών έτσι ώστε να τα ψύξει.Κάποιες άλλες τεχνικές στη μεσαιωνική Περσία περιελάμβαναν την χρήση ταμιευτήρων νερού σε συνδυασμό με έναν σύστημα αέρα το οποίο περνούσε πάνω από τους ταμιευτήρες και στη συνέχεια τους μετέφερε μέσα στο χώρο με αποτέλεσμα αφενός να μειώνει την θερμοκρασία του και αφετέρου να αυξάνει την υγρασία του,πράγμα απαραίτητο για τις ιδιαίτερα ξηρές περιοχές της Περσίας.

Πιο σύγχρονοι τρόποι ψύξης έκαναν την εμφάνιση τους κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα ενώ η πρώτη κλιματιστική συσκευή ευρείας παραγωγής κατασκευάστηκε το 1902 από τον Willis Haviland Carrier.Οι πιο κοινοί τρόποι ψύξης στις μέρες μας είναι τα κλιματιστικά,ενώ τα τελευταία χρόνια κερδίζει έδαφος όλο και περισσότερο μια καινούρια τεχνολογία παρόμοια όμως στη λειτουργία με εκείνη του κλιματιστικού,οι αντλίες θερμότητας.

#### 3.1 Αντλία θερμότητας

Ο τρόπος λειτουργίας της έχει αναφερθεί προηγουμένως στη παράγραφο 2.8.Στην ψύξη γίνεται μια αντιστροφή του κύκλου και έτσι μεταφέρουμε θερμότητα από τον χώρο που θέλουμε να ψύξουμε στο περιβάλλον.



Εικόνα 3.1 Ψυκτικός Κύκλος στην αντλία θερμότητας

- 1) Συμπυκνωτής
- 2) Βαλβίδα εκτόνωσης
- 3) Εξατμιστής

#### 4) Συμπιεστής

Πιο συγκεκριμένα στο παραπάνω σχήμα με μπλέ χρώμα απεικονίζεται η διαδικασία κατά την οποία αφαιρείται θερμότητα από κάποιο χώρο και άρα αυξάνεται η θερμοκρασία του εργαζόμενου μέσου και μειώνεται η θερμοκρασία του χώρου που θέλουμε να ψύξουμε. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η διαδικασία κατά την οποία το εργαζόμενο μέσο απορρίπτει θερμότητα στο περιβάλλον και έτσι η θερμοκρασία του μειώνεται ενώ η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνεται. Επειδή η μεταφορά θερμότητας μεταξύ δυο σωμάτων είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασία τους χρησιμοποιούμε δύο εξαρτήματα, την βαλβίδα εκτόνωσης και τον συμπιεστή. Η βαλβίδα εκτόνωσης μειώνει την πίεση του εργαζόμενου μέσου και κατά συνέπεια και την θερμοκρασία του με αποτέλεσμα να γίνεται ψυχρότερο από τον χώρο μας και έτσι να επιτυγχάνεται η ψύξη του. Ο συμπιεστής αυξάνει την πίεση με αποτέλεσμα να αυξάνεται και η θερμοκρασία του ρευστού με αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερη από αυτή του περιβάλλοντος και να απορρίπτει προς αυτό θερμότητα.

Να θυμίσουμε ότι το κλιματιστικό είναι μια υποκατηγορία των αντλιών θερμότητας και πιο συγκεκριμένα είναι η αντλία θερμότητας αέρος-αέρος. Τα κλιματιστικά στη περίπτωση της Ελλάδας αποτελούν μέχρι και σήμερα το πιο διαδεδομένο σύστημα ψύξης καθώς είναι εύκολα στην εγκατάσταση, υπάρχει μεγάλο δίκτυο διανομής, υψηλό επίπεδο τεχνικής υποστήριξης και το κυριότερο, έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης.



Εικόνα 3.1.1 Κλιματιστικό

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Συστήματα για Ζεστό Νερό Χρήσης**

### **4. Ζεστό Νερό Χρήσης**

Το ζεστό νερό χρήσης είναι ένα προνόμιο που ο άνθρωπος δεν είχε πάντοτε αλλά το απέκτησε πριν από εκατοντάδες χρόνια. Στο παρελθόν η άυξηση της θερμοκρασίας του νερού γινόταν με πιο παραδοσιακούς τρόπους όπως είναι η φωτιά ή οποία μπορούσε να είχε ως καύσιμη ύλη ξύλα, πετρέλαιο κ.α αλλά τις τελευταίες δεκαετίες χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογικά πιο προηγμένοι τρόποι όπως είναι ο ηλιακός θερμοσίφοντας ή ο ηλεκτρικός θερμοσίφοντας. Η διάδοση των συγκεκριμένων συστημάτων ήταν ταχύτατη σε περιοχές με αυξημένη ηλιοφάνεια ιδιαίτερα μετά την πετρελαϊκή κρίση που συνέβει την δεκαετία του '70.

#### **4.1 Ηλιακός θερμοσίφοντας**

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας άρχισε να χρησιμοποιείται μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 και ιδιαίτερα τη δεκαετία του '80 άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες με ηλιοφάνεια. Στην Κύπρο αναλογεί ένας ηλιακός θερμοσίφοντας για κάθε πέντε κατοίκους, ενώ στο Ισραήλ η χρήση τους είναι υποχρεωτική στις καινούργιες οικοδομές. Σε πολλές άλλες χώρες η χρήση τους επιδοτείται.

Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσιφώνων.

##### **Τρόπος λειτουργίας ηλιακών συλλεκτών**

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας αποτελείται από δύο βασικά μέρη. Πιο συγκεκριμένα, αποτελείται από το τμήμα που συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία προκειμένου να αυξήσει την θερμοκρασία του νερού και το άλλο είναι το τμήμα αποθήκευσης στο οποίο γίνεται η προσωρινή αποθήκευση του ζεστού νερού που παράγεται.

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν διαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η

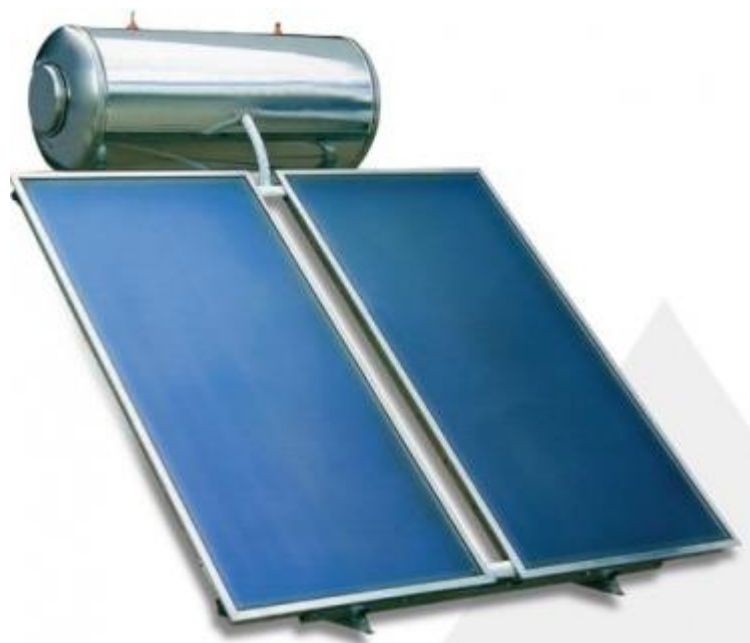
ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό, χρωματισμένη μαύρη.

#### Τρόπος λειτουργίας συστήματος

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσιφώνου. Έτσι πετυχαίνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κυκλοφορητή (αντλία) συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), μέχρις ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι ψηλότερα από το θερμότερο σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα ψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται κι απ' τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος.

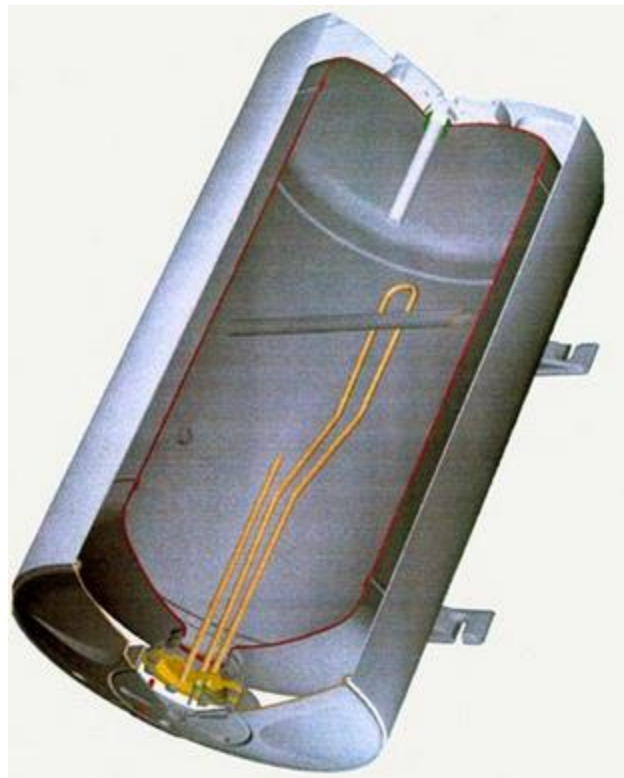


Εικόνα 4.1.1 Ηλιακός Θερμοσίφωνας

## 4.2 Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας

Ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας είναι μια απλή δεξαμενή νερού η οποία μέσα της περιέχει μια ηλεκτρική αντίσταση συνήθως η ισχύς της οποίας είναι 4 [Kw]. Η χωρητικότητάς τους για οικιακή χρήση κυμένεται συνήθως στα 80 λίτρα.

Βέβαια σε περιπτώσεις όπου οι απαιτήσεις για ζεστό νερό είναι πολύ μεγαλύτερες χρησιμοποιούνται ταχυθερμοσίφωνες οι οποίοι έχουν την ικανότητα να ζεσταίνουν μεγάλες ποσότητες νερού σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Βέβαια, σε αυτές τις περιπτώσεις τόσο το κόστος εγκατάστασης όσο και το λειτουργικό κόστος αυξάνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό ενώ είναι απαραίτητη και η εγκατάσταση κατάλληλης γραμμής ρεύματος η οποία πρέπει να είναι τριφασική ή μονοφασική μεγάλης ισχύος.



Εικόνα 4.2.1 Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας

### 4.3 Συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν παράλληλα και ως συστήματα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στο δεύτερο κεφάλαιο μελετήσαμε τις συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση. Η πλειοψηφία από αυτές έχουν την ικανότητα να αυξάνουν την θερμοκρασία του νερού που προορίζεται προς οικιακή χρήση.

Πιο συγκεκριμένα, η δεξαμενή που περιέχει το ζεστό νερό (boiler) συνδέεται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας με το σύστημα θέρμανσης. Έτσι, το σύστημα θέρμανσης αρχικά στέλνει ένα ποσό θερμότητας που παράγει στο boiler και το υπόλοιπο στη θέρμανση της οικίας. Όταν φτάσουμε τα επιθυμητά επίπεδα ποσότητας και θερμοκρασίας ζεστού νερού τότε το σύστημα μας σταματάει να στέλνει θερμότητα προς το boiler και στέλνει όλο το παραγόμενο ποσό της στο χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε.

Από τα συστήματα θέρμανσης που λεχουμε περιγράψει μέχρι στιγμής η πλειοψηφία τους μπορεί να παράγει και ζεστό νερό χρήσης με εξαίρεση τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης και το κλιματιστικό. Τα αποτελέσματα δίνονται συνοπτικά στον πίνακα της επόμενης ενότητας.

### 4.4 Σύνοψη

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας που μας δίνει συνοπτικά τα συστήματα που έχουμε μελετήσει μέχρι στιγμής. Πιο αναλυτικά, βλέπουμε την ικανότητα τους ως προς την συνδυασμένη παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης καθώς και τις αποδόσεις που αυτά παρουσιάζουν.

Συσκευή	Θέρμανση	Ψύξη	Ζεστό Νερό	Καύσιμο	Απόδοση
Καυστήρας Πετρελαίου	✓		✓	Πετρέλαιο	0,8
Καυστήρας Διασκορπισμού Υψηλής Πίεσης	✓		✓	Πετρέλαιο	0,9
Καυστήρας Pellet	✓		✓	Βιομάζα	0,85
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	✓		✓	Φυσικό Αέριο	0,95
Καυστήρας Ξύλου	✓		✓	Βιομάζα	0,6
Ενεργειακό Τζάκι	✓		✓	Βιομάζα	0,7
Τηλεθέρμανση	✓		✓	Λιγνίτης	1
Ηλεκτρικές Συσκευές	✓			Ηλεκτρικό Ρεύμα	1
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού	✓	✓	✓	Ηλεκτρικό Ρεύμα	1-3
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	✓	✓	✓	Ηλεκτρικό Ρεύμα	5
Κλιματιστικό	✓	✓		Ηλεκτρικό Ρεύμα	1.5

Πίνακας 4.4.1 Σύνοψη συστημάτων ως προς την συνδυαστική ικανότητά τους να παράγουν ψύξη, θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης.



## **Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> Ενεργειακές Ανάγκες Κτηρίων**

### **Ενεργειακές ανάγκες των υπο μελέτη κτηρίων**

Για την εκπόνηση της παρακάτω μελέτης χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πρόγραμμα RETScreen προκειμένου να υπολογιστούν οι ενεργειακές ανάγκες για ένα σπίτι το οποίο βρίσκεται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδος που ορίζονται σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. Για την διαξαγωγή της παρακάτω μελέτης επιλέχθηκαν οι περιοχές της Θεσσαλονίκης, της Κοζάνης, της Αθήνας και του Ηρακλείου Κρήτης. Οι περιοχές αυτές ανήκουν στην Γ, Δ, Β και Α κλιματική ζώνη αντίστοιχα. Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα τριόροφο σπίτι συνολικής έκτασης 270τ.μ με νότια πρόσοψη, έτος κατασκευής το 1990 και κακής θερμομόνωσης σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζει το υπολογιστικό πρόγραμμα.

#### **5.1 Το πρόγραμμα RETScreen**

Το Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας RETScreen είναι το πρωτόπορο παγκοσμίως λογισμικό υποστήριξης αποφάσεων σχετικά με την καθαρή ενέργεια. Παρέχεται εντελώς δωρεάν από την Κυβέρνηση του Καναδά στα πλαίσια της αναγνώρισης της ανάγκης να υιοθετηθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και για τη μείωση της ρύπανσης.

Το RETScreen είναι αποδεδειγμένα ένα εργαλείο ενδυνάμωσης σε έργα καθαρής ενέργειας παγκοσμίως. Το λογισμικό αυτό μειώνει σημαντικά τα κόστη (τόσο τα οικονομικά όσο και τα χρονικά) που σχετίζονται με τον εντοπισμό και την αξιολόγηση πιθανών ενεργειακών έργων. Αυτά τα κόστη, τα οποία ανακύπτουν στα στάδια προ-σκοπιμότητας, σκοπιμότητας, ανάπτυξης, και σχεδιασμού, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά εμπόδια για την ανάπτυξη των Ενεργειακά Αποδοτικών Τεχνολογιών και Τεχνολογιών ΑΠΕ.

Βοηθώντας στην άρση αυτών των εμποδίων, το λογισμικό αυτό μειώνει το κόστος της υλοποίησης έργων και της επιχειρηματικότητας στον τομέα της καθαρής ενέργειας. Το RETScreen επιτρέπει στους φορείς λήψης αποφάσεων και τους επαγγελματίες να προσδιορίζουν εάν ή όχι ένα προτεινόμενο έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενεργειακής απόδοσης, ή συμπαραγωγής ενέργειας είναι οικονομικά σκόπιμο. Αν ένα έργο είναι βιώσιμο ή όχι το RETScreen θα βοηθήσει το φορέα λήψης αποφάσεων να το αντιληφθεί: γρήγορα, αδιαμφισβήτητα, σε φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον και με σχετικά ελάχιστο κόστος. Το RETScreen υπήρξε άμεσα υπεύθυνο για πάνω από \$7 δισεκατομμύρια σε εξοικονομήσεις των χρηστών παγκοσμίως, ένας αριθμός που αναμένεται να αυξηθεί σε ενδεχομένως πάνω από \$8 δισεκατομμύρια μέχρι το 2013.

Χάρη στην ενδυνάμωση που παρέχει στην καθαρή ενέργεια, το RETScreen συνεισφέρει έμμεσα σε μια ουσιαστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μία μείωση που συντηρητικά εκτιμάται να φτάσει τα 20 εκατομμύρια τόνους ετησίως μέχρι το 2013. Και μέχρι το 2013, εκτιμάται ότι το RETScreen θα έχει βοηθήσει στην κινητοποίηση της εγκατάστασης

τουλάχιστον 24 GW (γιγαβάτ) εγκατεστημένης δυναμικότητας καθαρής ενέργειας παγκοσμίως με μια αξία περίπου τα \$41 δισεκατομμύρια.



Εικόνα 4.1.1 RETScreen

## 5.2 Χαρακτηριστικά Οικείας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί θα μελετηθεί μια τετραόροφη οικεία η οποία θα έχει συνολική έκταση 270τ.μ. και θα έχει κακή θερμομόνωσης σύμφωνα με το υπολογιστικό πρόγραμμα καθώς το έτος κατασκευής της είναι το 1990. Η οικεία έχει Νότια πρόσοψη έτσι ώστε να έχει τα μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη τον χειμώνα και ελάχιστα το καλοκαίρι. Στην οικεία διαμένει μια τετραμελής οικογένεια.

Οικεία	
Έκταση	270 [τ.μ]
Όροφοι	4
Σύνολο ατόμων	4
Πρόσοψη	Νότια
Έτος κατασκευής	1990

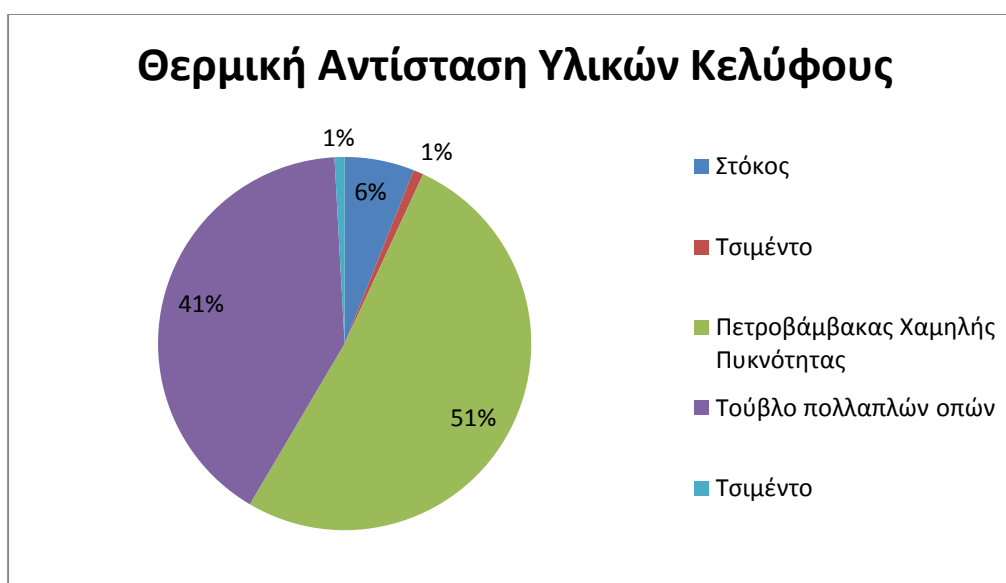
Πίνακας 5.2.1 Χαρακτηριστικά Οικείας

## Χαρακτηριστικά Κελύφους

### Building envelope properties

Type	Wall - above-grade			
Description				
Units	m <sup>2</sup> - °C/W	R-value		
Description	Layer	Thickness mm	Conductivity W/m - °C	Resistance m <sup>2</sup> - °C/W
Exterior film coefficient				0,030
Cement stucco	1	10,0	1,100	0,009
Concrete (1600 kg/m <sup>3</sup> )	2	10,0	0,750	0,013
Mineral fiber - medium density	3	30,0	0,039	0,769
Brick - multiple cores	4	200,0	0,330	0,606
Concrete (1600 kg/m <sup>3</sup> )	5	10,0	0,750	0,013
	6			
	7			
	8			
Interior film coefficient				0,120
R-value - nominal				m <sup>2</sup> - °C/W 1,561

Πίνακας 5.2.2 Χαρακτηριστικά Κελύφους



Διάγραμμα 5.2.1 Θερμική Αντίσταση ανάλογα με το υλικό του κελύφους

## Χαρακτηριστικά των παραθύρων της οικείας

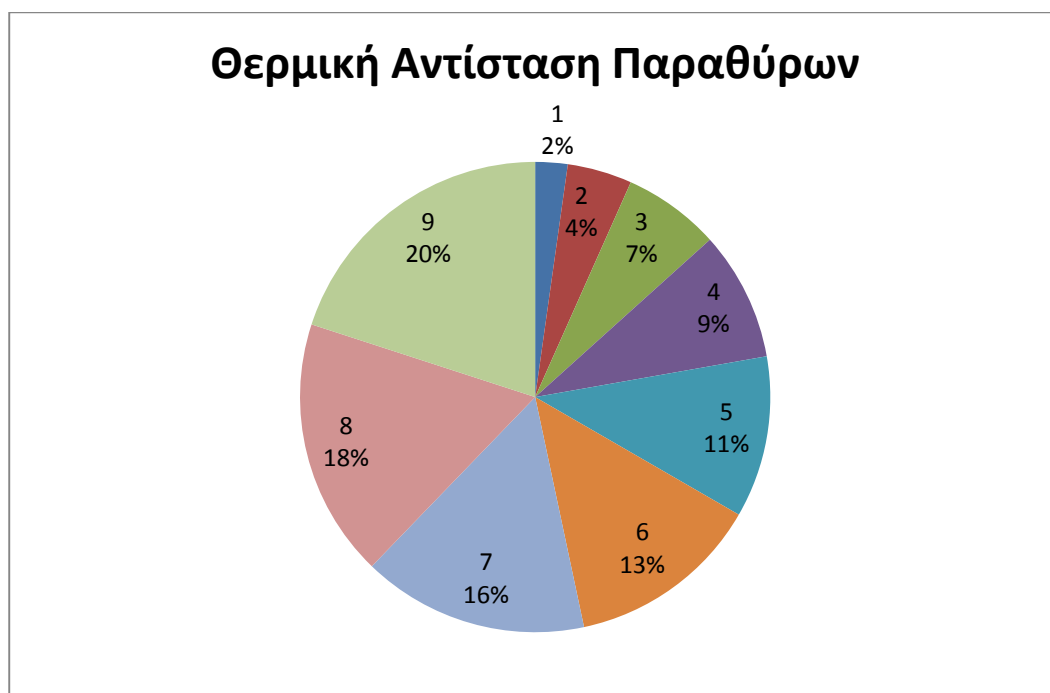
### RETScreen Tools

#### Window properties

Base case

Orientation	Type	Width mm	Height mm	Unit cost €	Number	Area m <sup>2</sup>	Centre glazing		Rated window		Adjusted		Description
							U <sub>cg</sub> (W/m <sup>2</sup> )°C	SHGC <sub>cg</sub>	U-value (W/m <sup>2</sup> )°C	SHGC	U-value (W/m <sup>2</sup> )°C	SHGC	
1 West	Slider	1.500	1.000		2	3,0	2.04	0,71	2.86	0,53	3.32	0,43	Double, Clear
2 West	Slider	1.500	2.000		2	6,0	2.73	0,75	3.42	0,66	3.51	0,65	Double, Clear
3 West	Slider	1.500	2.000		2	6,0	2.04	0,71	2.86	0,53	2.96	0,51	Double, Clear
4 West	Casement	500	2.000		4	4,0	2.04	0,71	2.86	0,53	2.88	0,53	Double, Clear
5 South	Slider	500	1.000		12	6,0	2.73	0,75	3.42	0,66	4.64	0,50	Double, Clear
6 South	Slider	1.500	1.000		2	3,0	2.73	0,75	3.42	0,66	3.83	0,61	Double, Clear
7 North	Slider	500	1.000		12	6,0	2.73	0,75	3.42	0,66	4.64	0,50	Double, Clear
8 North	Slider	1.500	1.000		2	3,0	2.73	0,75	3.42	0,66	3.83	0,61	Double, Clear
9 East	Casement	300	300		1	0,1	2.04	0,71	2.86	0,53	3.96	0,29	Double, Clear

Πίνακας 5.2.3 Χαρακτηριστικά Παραθύρων



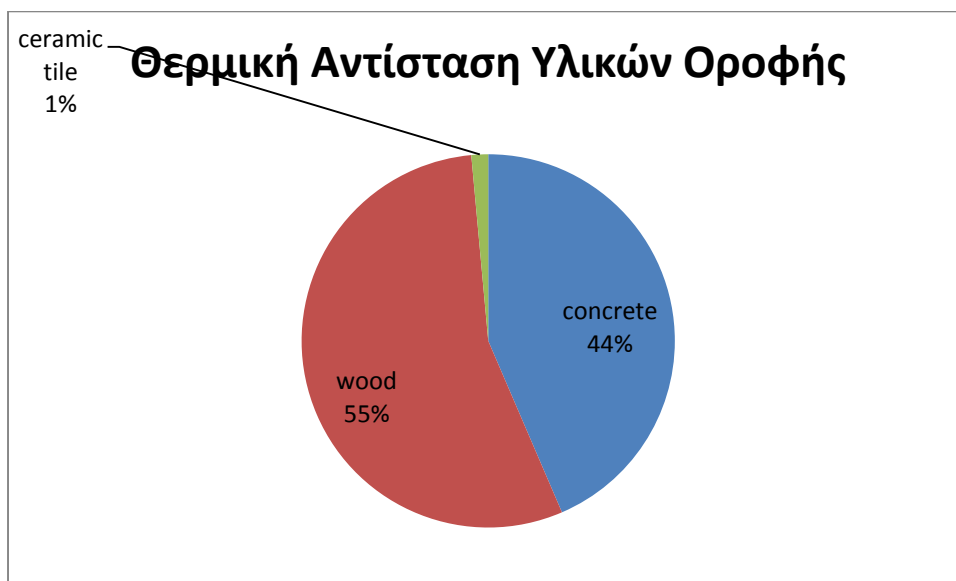
Διάγραμμα 5.2.2 Θερμική Αντίσταση Παραθύρων

Τα χαρακτηριστικά της οροφής είναι τα εξής:

### Building envelope properties

Type	Roof			
Description				
Units	m <sup>2</sup> - °C/W	R-value		
<b>Description</b>	<b>Layer</b>	<b>Thickness mm</b>	<b>Conductivity W/m - °C</b>	<b>Resistance m<sup>2</sup> - °C/W</b>
Exterior film coefficient				
Concrete (1600 kg/m <sup>3</sup> )	1	250,0	0,750	0,333
Wood - soft	2	50,0	0,120	0,417
Ceramic tile	3	20,0	1,900	0,011
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
Interior film coefficient				
R-value - nominal			m <sup>2</sup> - °C/W	0,761

Πίνακας 5.2.5 Χαρακτηριστικά Οροφής



Διάγραμμα 5.2.3 Θερμική Αντίσταση Υλικών Οροφής

Θερμική Αντίσταση στο σύνολο της οικείας	
Κέλυφος	1,561
Οροφή	0,761
Παράθυρα (μέσος όρος)	0,3

Πίνακας 5.2.6 Θερμική Αντίσταση Υλικών Οροφής

### 5.3 Διαστασιολόγηση συστήματος θέρμανσης

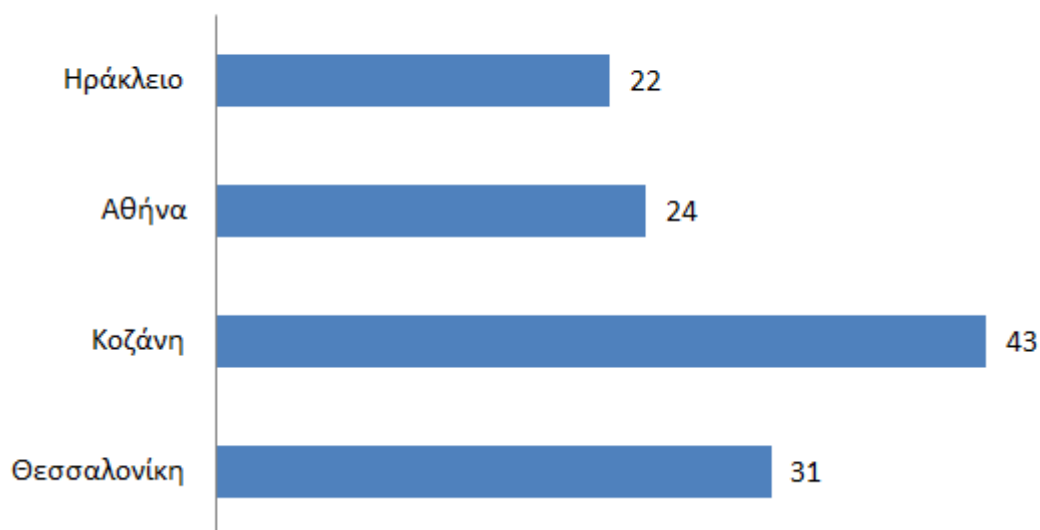
Αρχικά ανοίγοντας το υπολογιστικό πρόγραμμα RETScreen προκειμένου να υπολογίσουμε τις ενεργειακές ανάγκες για την θέρμανση του κτηρίου, ανοίγει ένα αρχείο excel το οποίο αποτελείται από τρεις καρτέλες. Η πρώτη είναι η καρτέλα εκκίνησης (start), η δεύτερη είναι η καρτέλα ενεργειακού μοντέλου (Energy Model) και η τρίτη είναι η καρτέλα εργαλείων (Tools). Αρχικά στην καρτέλα εκκίνησης εισάγουμε γενικά στοιχεία για την μελέτη που πρόκειται να διεξαχθεί, όπως όνομα μελέτης, το όνομα της εταιρίας για την οποία ετοιμάζεται η συγκεκριμένη μελέτη, ονομασία έργου κ.α.

Ξεκινάμε την μελέτη μας εισάγωντας στο είδος της μελέτης ότι πρόκειται για θέρμανση (project type/heating) και στη συνέχεια επιλέγουμε την τοποθεσία στην οποία βρίσκεται το κτήριο μας. Αρχικά η πρώτη πόλη που θα μελετήσουμε είναι η Θεσσαλονίκη. Αφού επιλέξουμε την τοποθεσία το RETScreen μας παρουσιάζει όλα τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής και το κυριότερο, την θερμοκρασία βάσει της οποίας πρέπει να γίνει ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης. Στην προκειμένη περίπτωση η θερμοκρασία είναι  $-1.9^{\circ}\text{C}$ . Στη συνέχεια επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για τις υπόλοιπες περιοχές και παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Περιοχή	Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Θερμικό Φορτίο [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	Απαιτούμενη Ενέργεια [ $\text{MWh}$ ]
Θεσσαλονίκη	-1.9	65	31
Κοζάνη	-4	70	43
Αθήνα	3.1	60	24
Ηράκλειο	6.9	55	22

Πίνακας 5.3.1 Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση ανά περιοχή

**[MWh]**



Διάγραμμα 5.3.1 Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση ανά περιοχή

Παρατηρούμε ότι η περιοχή της Κοζάνης εμφανίζει τις μέγιστες απαιτήσεις σε θέρμανση κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο αφού η συγκεκριμένη περιοχή ανήκει στη Δ κλιματική ζώνη κατά τον ΚΕΝΑΚ. Οι λιγότερες απαιτήσεις εμφανίζονται στο Ηράκλειο καθώς είναι όχι μόνο η Νοτιότερη περιοχή αλλά είναι και παραθαλάσσια,γι'αυτό και έχει ηπιότερο κλίμα. Μην ξεχνάμε επίσης και το γεγονός ότι ανήκει στην κλιματική ζώνη Α κατά τον ΚΕΝΑΚ. Το Retscreen υπολογίζει την κατανομή των ενεργειακών απαιτήσεων ανάλογα με τον μήνα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα,για την περιοχή της Θεσσαλονίκης.

### Χαρακτηριστικά φορτίου βασικής περίπτωσης

<u>Μήνας</u>	<u>Μέσο φορτίο θέρμανσης kW</u>
Ιανουάριος	10
Φεβρουάριος	8
Μάρτιος	6
Απρίλιος	3
Μαίος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	1
Νοέμβριος	4
Δεκέμβριος	8
<b>Αιχμή φορτίου - ετήσιο</b>	<b>18</b>

Εικόνα 5.3.1 Κατανομή Ενεργειακών Απαιτήσεων ανα μήνα

Βλέπουμε ότι το πρόγραμμα υπολογίζει ότι το σύστημα μας θα πρέπει να έχει ισχύ 18 [Kw].Ας δούμε όμως πόσες ώρες θα βρίσκεται σε λειτουργία προκειμένου να παράξει τα απαιτούμενα ποσά θερμότητας.Προκειμένου να το υπολογίσουμε αυτό θα πάμε στον μήνα Ιανουάριο όπου απ'ότι φαίνεται είναι ο πιο απαιτητικός μήνας σε θέρμανση για την πόλη της Θεσσαλονίκης.Αρχικά αθροίζουμε το μέσο φορτίο θέρμανσης (δεξιά στήλη) και προκύπτουν 40 [Kw].Εύκολα καταλαβαίνει κανείς ότι οι ενεργειακές ανάγκες για τον συγκεκριμένο μήνα αντιστοιχούν στο 25% των συνολικών.Στη συνέχεια υπολογίζουμε τις αντίστοιχες [MWh] που χρειάζονται:

$$0.25*31 [Mwh] = 7.75 [Mwh]$$

Ο τύπος που θα χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό των ωρών που το σύστημα δουλεύει ημερησίως είναι ο παρακάτω:

(Μηνιαία ενέργεια που καταναλώνεται)/[(Αριθμός ημερών ανα μήνα)\*(Ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης)]=Ισχύς συστήματος θέρμανσης

Άρα θα έχουμε:  $7.75 \text{ [Mwh]}/30[\text{ημέρες}] * [\text{h}]=18 \text{ [Kw]} \Rightarrow \text{hr} = 14.35$

Εμείς θέλουμε το σύστημα μας να δουλεύει 12 [hr] προκειμένου να καταπονείται λιγότερο αλλά και να καταναλώνει λιγότερη ενέργεια. Επομένως για δώδεκα ώρες λειτουργίας προκύπτει ότι η απαιτούμενη ισχύς θα είναι 21.5 [Kw] για την περιοχή της Θεσσαλονίκης.Επαναλαμβάνοντας την διαδικασία για τις υπόλοιπες περιοχές προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Περιοχή	Ισχύς Συστήματος Θέρμανσης [Kw]
Θεσσαλονίκη	22 (21.5)
Κοζάνη	28 (27.5)
Αθήνα	15
Ηράκλειο	19 (18.8)

Πίνακας 5.3.2 Ισχύς συστήματος θέρμανσης ανα περιοχή για 12 ώρες λειτουργίας κατά μέσο όρο ανα ημέρα

Επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις το αποτέλεσμα που προέκυψε δεν είναι ακέραιο στρογγυλοποιούμε τον αριθμό προς τα πάνω κάνοντας έτσι μια μικρή υπερδιαστασιολόγηση.Τα αποτελέσματα που βρίσκονται μέσα στις παρενθέσεις είναι το ακριβές νούμερο ενώ αυτά που βρίσκονται εκτός είναι τα στρογγυλοποιημένα.

## 5.4 Διαστασιολόγηση συστήματος ψύξης

Ξεκινώντας το υπολογιστικό πρόγραμμα RETScreen επιλέγουμε στο φύλλο της εκκίνησης να κάνουμε μελέτη για παραγωγή ψύξης.Στη προκειμένη περίπτωση οι τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι πέντε με την πιο κοινή την αντλία θερμότητας η οποία έχει σαν πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα και βαθμό απόδοσης 1.5.Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί η τιμή του βαθμού απόδοσης,η οποία ξεπερνάει το 1.Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα συστήματα ενέργειας προκειμένου να υπολογιστεί ο βαθμός απόδοσης υπολογίζεται το πόσο ενέργειας που χρησιμοποιείται από την συσκευή προκειμένου να παράγει την θερμότητα που θέλουμε.Πιο συγκεκριμένα ο βαθμός απόδοσης για τις κλιματιστικές συσκευές ονομάζεται COP(Coefficient of performance) και δίνεται από τον παρακάτω τύπο

$$\text{COP} = \frac{\Delta Q}{\Delta E}$$

Οι σύγχρονες κλιματιστικές συσκευές έχουν την δυνατότητα να παράγουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρησιμοποιούν καθώς εκμεταλλεύονται την ενέργεια που υπάρχει στο περιβάλλον.Για παράδειγμα το κλιματιστικό χρησιμοποιεί την ενέργεια που υπάρχει στον

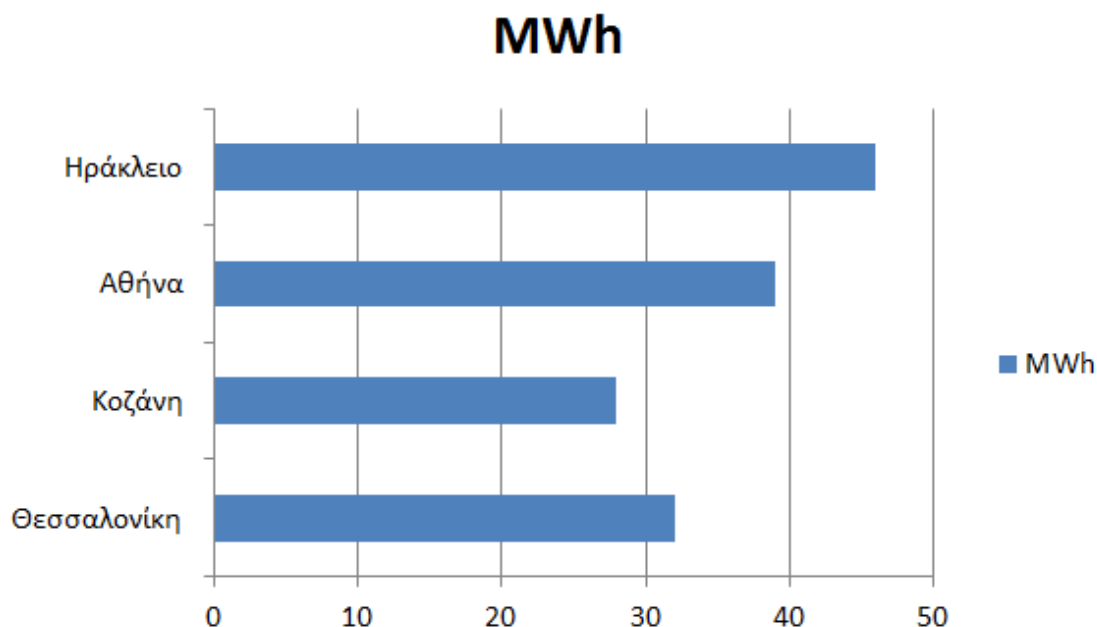


αέρα.Ακόμη πρέπει να πούμε ότι στις σύγχρονες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας ο βαθμός απόδοσης μπορεί να φτάσει σε πολύ μεγάλες τιμές,καθώς ένα επιτυχημένο γεωθερμικό σύστημα μπορεί να φτάσει τον βαθμό απόδοσης στο 5 με 6.Αυτό σημαίνει ότι ένα τέτοιο σύστημα καταναλώνει μία ηλεκτρική κιλοβατώρα και αποδίδει 5 με 6 θερμικές.Εύκολα γίνεται αντιληπτό στον αναγνώστη για το μέγεθος της ενεργειακής εξοικονόμησης που μπορεί να πραγματοποιηθεί.

Αρχικά ξεκινάμε την μελέτη με την διαστασιολόγηση του συστήματος.Για να γίνει αυτό χρησιμοποιούμε τον πίνακα ψυκτικών φορτίων που υπάρχει στην βάση δεδομένων σε συνδυασμό με την θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού που μας δίνεται για την κάθε τοποθεσία στην καρτέλα της εκκίνησης.Να σημειώσουμε ότι στο πίνακα παρουσιάζονται τρεις γραφικές παραστάσεις.Για καλή,κακή και μέτρια θερμομόνωση.Επιλέγουμε την χειρότερη περίπτωση που είναι η κακή θερμομόνωση.Πραγματοποιώντας την διαδικασία που περιγράφεται παραπάνω προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα

Περιοχή	Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού [°C]	Ψυκτικό Φορτίο [W/m <sup>2</sup> ]	Απαιτούμενη Ενέργεια [MWh]
Θεσσαλονίκη	32.8	47	32
Κοζάνη	28.5	44	28
Αθήνα	33.8	48	39
Ηράκλειο	30.2	46	46

Πίνακας 5.4.1 Απαιτούμενη ενέργεια για ψύξη ανά περιοχή



Διάγραμμα 5.4.1 Απαιτούμενη ενέργεια για ψύξη ανά περιοχή

Παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες αναγκές για ψύξη εμφανίζονται στην περιοχή του Ηρακλείου, αναμενόμενο αφού βρίσκεται νοτιότερα από όλες τις περιοχές ενώ η Κοζάνη έχει τις λιγότερες απαιτήσεις σε ψύξη καθώς βρίσκεται σχετικά βόρεια αλλά είναι και σε μεγάλο υψόμετρο (750m).

Στη συνέχεια το Retscreen παρατηρούμε ότι κάνει αυτόματη διαστασιολόγηση του συστήματος ψύξης για την περιοχή της Θεσσαλονίκης και παρατηρούμε ότι προκύπτουν οι παρακάτω μηνιαίες απαιτήσεις.

### Χαρακτηριστικά φορτίου βασικής περίπτωσης

<u>Μήνας</u>	<u>Μέσο φορτίο ψύξης kW</u>
Ιανουάριος	0
Φεβρουάριος	0
Μάρτιος	0
Απρίλιος	2
Μαΐος	5
Ιούνιος	8
Ιούλιος	9
Αύγουστος	9
Σεπτέμβριος	6
Οκτώβριος	4
Νοέμβριος	0
Δεκέμβριος	0
Αιχμή φορτίου - ετήσιο	13

Εικόνα 5.4.1 Κατανομή Ενεργειακών Απαιτήσεων ανα μήνα

Στο σημείο αυτό ελέγχουμε τις ώρες λειτουργίας του συστήματος για έναν σύστημα με ψυκτική ισχύ 13 [Kw]. Για τον υπολογισμό αυτό θα επιλέξουμε τον μήνα Αύγουστο ο οποίος μαζί με τον Ιούλιο έχει τις μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις. Το συνολικό φορτίο ψύξης σε kW για την περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου, που θεωρείται η περίοδος ψύξης έχει τιμή 37. Το ποσοστό που αναλογεί στον μήνα Αύγουστο είναι 21% ή 0.21.

$$\text{Ψυκτική ενέργεια για τον μήνα Αύγουστο: } 0.2432 * 32 \text{ [MWh]} = 7.78 \text{ [MWh]}$$

Ο Αύγουστος έχει 31 ημέρες. Άρα  $7.78 \text{ [MWh]} / 31 \text{ [ημέρες]} / [h] = 13 \text{ [kW]} \rightarrow [h] = 19.3$  ή 16 [h] και 18 [min]. Εμείς θέλουμε όμως το σύστημα μας να δουλεύει 12 ώρες προκειμένου να

καταπονείται λιγότερο όπως ήδη αναφέραμε και σε ορισμένες περιπτώσεις όπως της γεωθερμίας να μην φτάνει το πεδίο σε κορεσμό. Με άλλα λόγια επειδή στην κατακόρυφη αβαθή γεωθερμία κλειστού τύπου εκμεταλλευόμαστε το ενεργειακό απόθεμα του εδάφους και όχι του αέρα όπως κάνουμε στην περίπτωση του κλιματιστικού, ενδύκνεται κατά την διαστασιολόγηση του συστήματος να προκύπτουν όσο το δυνατόν λιγότερες ώρες λειτουργίας. Εμείς επιλέξαμε μια μέση τιμή στις 12 [hr] ημερησίως. Η λειτουργία του συστήματος φυσικά δεν χρειάζεται να είναι συνεχόμενη, αλλά μπορεί να είναι διακόπτομενη ανάλογα με την διακύμανση των ενεργειακών αναγκών που υπάρχει στην διάρκεια της ημέρας.

Για 12 ώρες λειτουργίας του συστήματος θα έχουμε :

$$7.78 \text{ [MWh]}/31 \text{ [ημέρες]}/12 \text{ [h]}=20.91 \text{ [kW]}$$

Επαναλαμβάνοντας την διαδικασία για όλες τις περιοχές προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Περιοχή	Ισχύς Συστήματος Ψύξης [Kw]
Θεσσαλονίκη	21(20.9)
Κοζάνη	19(18.9)
Αθήνα	24(23.8)
Ηράκλειο	30(29.4)

Πίνακας 5.4.2 Διαστασιολόγηση συστήματος ψύξης ανα περιοχή

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι οι ανάγκες για ψύξη είναι οι αναμενόμενες. Πρέπει να σημειώσουμε ότι η διαστασιολόγηση του συστήματος ψύξης γίνεται για τους μήνες Μαΐου-Σεπτεμβρίου. Οποιαδήποτε τιμή ψυκτική ισχύος μας δίνει το πρόγραμμα εκτός αυτού του εύρους την μηδενίζουμε.

## 5.5 Διαστασιολόγηση του συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης

Προκειμένου να υπολογίσουμε το ποσό θερμότητας που απαιτείται για το ζεστό νερό χρήσης θα χρησιμοποιηθούν δύο πράγματα. Ένας συμβουλευτικός πίνακας που θα μας δείχνει την ποσότητα του νερού που καταναλώνεται ανα άτομο και έναν πίνακα που θα μας δείχνει τις μέσες θερμοκρασίες του νερού του δικτύου κατά την διάρκεια του έτους.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m <sup>2</sup> /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m <sup>3</sup> /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	--

Πίνακας 5.5.1 Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης σε θερμοκρασία 45 [°C] ανα χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.

Το απαιτούμενο συνολικό ζεστό νερό που θα απαιτείται μηνιαίως για την τετραμελή οικογένεια θα είναι:

$$50[\text{l}/\text{άτομο}/\text{ημέρα}] * 4[\text{άτομα}] * 30[\text{ημέρες}/\text{μήνα}] = 6 [\text{m}^3/\text{μήνα}]$$

Αφού υπολογίσαμε την απαιτούμενη ποσότητα νερού θα υπολογίσουμε τις ενεργειακές ανάγκες που προκύπτουν εάν λάβουμε υπόψη ότι το ζεστό νερό το παίρνουμε σε θερμοκρασία 45 [°C]. Η σχέση που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η παρακάτω:

$$Q = m * C_p * (T_{\text{ΖΝΧ}} - T_{\Delta})$$

Τη θερμοκρασία του νερού του δικτύου θα την πάρουμε από τον παρακάτω πίνακα

Κλιματική Ζώνη	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
A	13.0	12.8	13.8	16.3	19.9	23.8	26.2	26.6	24.9	21.7	18.1	14.8
B	10.4	10.4	11.7	14.8	18.9	23.1	25.6	25.8	23.5	19.7	15.5	12.2
Γ	6.5	7.3	9.4	13.2	17.6	21.9	24.3	24.6	22.0	17.7	12.7	8.6
Δ	4.2	5.0	7.5	11.5	15.7	19.8	22.2	22.7	20.2	15.9	10.8	6.6

Πίνακας 5.5.2 Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου για τις διάφορες κλιματικές ζώνες

Η διαφορά θερμοκρασίας που προκύπτει για κάθε μήνα ανάλογα με την κλιματική ζώνη

$\Delta T_A$	$\Delta T_B$	$\Delta T_{\Gamma}$	$\Delta T_{\Delta}$
32	34.6	38.5	40.8
32.2	34.6	37.7	40
31.2	33.3	35.6	37.5
28.7	30.2	31.8	33.5
25.1	26.1	27.4	29.3
21.2	21.9	23.1	25.2
18.8	19.4	20.7	22.8
18.4	19.2	20.4	22.3
20.1	21.5	23	24.8
23.3	25.3	27.3	29.1
26.9	29.5	32.3	34.2
30.2	32.8	36.4	38.4

Πίνακας 5.5.3 Διαφορά θερμοκρασίας ανάλογα με την κλιματική ζώνη

Παρακάτω φαίνεται η απαιτούμενη μηνιαία ενέργεια που δαπανάται για την θέρμανση του νερού. Οι μέγιστες ενεργειακές απαιτήσεις έχουν χρωματιστεί με κόκκινο. Προκειμένου να υπολογίσουμε την ενεργειακή ισχύ που πρέπει να εγκαταστήσουμε για το σύστημα θέρμανσης του ζεστού νερού θα κάνουμε διαστασιολόγηση για τις χειρότερες συνθήκες, δηλαδή για τους μήνες που έχουν επισημανθεί με κόκκινο χρώμα.

Μήνας \ Ζώνη	Ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση ζεστού νερού ανά κλιματική ζώνη			
	A	B	Γ	Δ
I	224	242.2	269.5	285.6
Φ	225.4	242.2	261.1	280
M	218.4	233.1	249.2	262.5
A	200.9	211.4	222.6	234.5
M	175.7	182.7	191.8	205.1
I	148.4	153.3	161.7	176.4
I	131.6	135.8	144.9	159.6
A	128.8	134.4	142.8	156.1
Σ	140.7	150.5	161	173.6
O	163.1	177.1	191.1	203.7
N	188.3	206.5	226.1	239.4
Δ	211.4	229.6	254.8	268.8

Πίνακας 5.5.4 Συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις ανα μήνα σε Kwh

Όπως είπαμε και προηγουμένως η διαστασιολόγηση του συστήματος γίνεται για τις χειρότερες συνθήκες που θα επικρατήσουν κατά την λειτουργία του συστήματος. Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να γίνει μια μικρή ανάλυση για το πώς προέκυψε η απαιτούμενη ισχύς για την κάθε ζώνη.

Οι συνολικές ενεργειακές ανάγκες θα είναι το άθροισμα των μηνιαίων αναγκών. Προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Κλιματική Ζώνη	Ενεργειακές ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης [KWh]
A	2156.7
B	2298.8
Γ	2476.6
Δ	2645.3

Πίνακας 5.5.5 Συνολική ενέργεια κατά την διάρκεια ενός έτους που απαιτείται για την θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης

Απο τον πίνακα 5.5.4 φαίνεται ότι μέγιστες απαιτήσεις εμφανίζονται τον μήνα Φεβρουάριο για την A και B ζώνη ενώ για την Γ και Δ εμφανίζονται τον μήνα Ιανουάριο. Κατά την διαστασιολόγηση λοιπόν παίρνουμε τις ενεργειακές απαιτήσεις και τις διαιρούμε με το τριάντα όσες είναι οι μέρες ενός μήνα. Στη συνέχεια μας ενδιαφέρει το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο θέλουμε να αποδωθεί αυτό το ποσό ενέργειας. Θα βάλουμε μια μέση τιμή στις δύο ώρες. Οπότε έχουμε:

1. Για την ζώνη Α:  $225.4/30/2= 3.75$  [Kw]
2. Για την ζώνη Β:  $242.2/30/2= 4.03$  [Kw]
3. Για την ζώνη Γ:  $269.5/30/2= 4.49$ [Kw]
4. Για την ζώνη Δ:  $285.6/30/2= 4.76$  [Kw]

Παρακάτω προκύπτει η ισχύς που πρέπει να εγκατασταθεί για το σύστημα μας.

Κλιματική Ζώνη	Ισχύς συστήματος για ζεστά νερά χρήσης [Kw]
A	3.75
B	4.03
Γ	4.49
Δ	4.76

Πίνακας 5.5.6 Συνολική ισχύς για το σύστημα του ζεστού νερού χρήσης

Επειδή η ισχύς που προκύπτει για κάθε περιοχή δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλες αποκλίσεις όπως συμβαίνει στην περίπτωση της θέρμανσης και της ψύξης καθώς επίσης και το γεγονός ότι τα προϊόντα των κατασκευαστών δεν διαθέτουν τόσο μεγάλη ποικιλία ως προς την ισχύ θα κάνουμε την παραδοχή ότι σε όλες τις περιπτώσεις η ισχύς του θερμοσίφωνα που τοποθετείται είναι 4 [Kw].

Το αποτέλεσμα θα είναι ανάλογα με την το αν η απόκλιση έχει θετικό η αρνητικό πρόσημο να παίρνουμε την απαιτούμενη ποσότητα ζεστού νερού σε πιο μικρό και πιο μεγάλο χρονικό διάστημα αντίστοιχα.

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup> Τεχνοοικονομική Ανάλυση

Σε αυτή την ενότητα θα μελετηθούν τα κόστη εγκατάστασης του κάθε συστήματος καθώς και τα λειτουργικά τους κόστη. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μελέτη σχετικά με τα χρόνια απόσβεσης της κάθε επένδυσης και θα προκύψουν τα σχετικά συμπεράσματα για το κάθε σύστημα.

### 6.1 Κόστος Εγκατάστασης

#### 6.1.1 Θέρμανση

Προκειμένου να εκπονηθεί η τεχνοοικονομική ανάλυση συμβουλευτήκαμε διάφορες τεχνικές εταιρίες του χώρου και στη συνέχεια προέκυψε μια μέση τιμή. Η ποιότητα όλων των συστημάτων ζητήθηκε να είναι η μέση έτσι ώστε να αποτελεί έναν καλό συνδυασμό ανάμεσα σε ποιότητα και τιμή.

Επίσης πρέπει να διευκρινίσουμε ότι σε συστήματα που προσφέρουν και ψύξη και θέρμανση όπως για παράδειγμα της γεωθερμίας η διαστασιολόγηση γίνεται ώστε να καλύπτουμε την χειρότερη περίπτωση ανεξαρτήτως εάν αυτή βρίσκεται στην καλοκαιρινή ή την χειμερινή περίοδο, την περίοδο δηλαδή με τις υψηλότερες ενεργειακές ανάγκες.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω προκύπτουν οι παρακάτω περιπτώσεις:

Περιοχή	Θέρμανση [Kw]	Ψύξη [Kw]	ZNX [Kw]	Διαστασιολόγηση [Kw]
Θεσσαλονίκη	22 (21.5)	21 (20.9)	4 (3.5)	22
Κοζάνη	28 (27.5)	19 (18.9)	4 (3.8)	28
Αθήνα	15	24 (23.8)	5 (4.2)	24
Ηράκλειο	19 (18.8)	30 (29.4)	5 (4.5)	30

Πίνακας 6.1.1.1 Διαστασιολόγηση συστήματος που συνδυάζει θέρμανση και ψύξη

Όπως ήταν αναμενόμενο οι πιο βόρειες περιοχές διαστασιολογούνται με βάση την χειμερινή περίοδο αφού αντιμετωπίζουν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες συγκριτικά με τις νοτιότερες περιοχές όπου η μεγαλύτερη καλοκαιρινή περίοδος σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες έχουν σαν αποτέλεσμα η διαστασιολόγηση να γίνεται για το καλοκαίρι.

Πριν προχωρήσουμε στην μελέτη του κόστους εγκατάστασης να διευκρινήσουμε ότι ένα σύστημα παραγωγής θερμότητας αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη.

1. Εξωτερική πηγή θερμότητας
2. Εσωτερική πηγή θερμότητας
3. Σύστημα διανομής θερμότητας

Βέβαια αυτό δεν σημαίνει ότι είναι απαραίτητο όλα τα συστήματα να διαθέτουν όλα τα παραπάνω δομικά στοιχεία αλλά είναι δυνατό να αποτελούνται από κάποιους συνδυασμούς αυτών όπως φαίνεται καλύτερα στον παρακάτω πίνακα.

Σύστημα	Εξωτερική Πηγή Θερμότητας	Εσωτερική Πηγή Θερμότητας	Σύστημα Διανομής Θερμότητας
Καυστήρας Πετρελαίου	-	✓	✓
Καυστήρας Pellet	-	✓	✓
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	-	✓	✓
Καυστήρας Ξύλου	-	✓	✓
Ενεργειακό Τζάκι	-	✓	✓
Τηλεθέρμανση	-	✓	✓
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	-	✓	✓
Κλιματιστικό	✓	✓	✓
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού	✓	✓	✓
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	✓	✓	✓

Πίνακας 6.1.1.2 Ανάλυση συστημάτων παραγωγής θερμότητας ανάλογα με τα βασικά δομικά του μέρη

Όπως παρατηρούμε, εξωτερική πηγή θερμότητας έχουμε στις περιπτώσεις των αντλιών θερμότητας και αυτός είναι και ένας από τους βασικούς λόγους που παρουσιάζουν μειωμένο λειτουργικό κόστος. Πιο συγκεκριμένα, η εξωτερική πηγή θερμότητας μπορεί να οφείλεται στα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του αέρα, του νερού ή του εδάφους ανάλογα με την περίπτωση στην οποία βρισκόμαστε.

Θα ξεκινήσουμε την ανάλυση κόστους εγκατάστασης από το σύστημα διανομής της θερμότητας. Τα συστήματα διανομής αναλύονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Το ένα είναι η ενδοδαπέδια και το άλλο τα καλοριφέρ. Η τυποποιημένες τιμές που υπάρχουν στο εμπόριο μας έδωσαν τις παρακάτω τιμές. Στην περίπτωση των καλοριφέρ περιλαμβάνεται το κόστος αγοράς και εγκατάστασης των καλοριφέρ καθώς και οι σωλήνες διανομής του ζεστού νερού του κάθε ορόφου ενώ στην περίπτωση της ενδοδαπέδιας συμπεριλαμβάνεται το κόστος του συλλέκτη και των σωληνώσεων. Το σύστημα θέρμανσης στην περίπτωση των καλοριφέρ είναι δισωλήνιο προκειμένου να έχουμε μεγαλύτερη απόδοση.

Στον χώρο του μπάνιο χρησιμοποιήθηκε καλοριφέρ ισχύος 1 [kW] ενώ στους υπόλοιπους χώρους χρησιμοποιήθηκαν καλοριφέρ των 2 [kW]. Το κόστος για τα καλοριφέρ διαμορφώνεται στις τιμές που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ισχύς [kW]	Κόστος Εγκατάστασης Καλοριφέρ [€]	Τύπος Σωλήνα	Κόστος ανά μέτρο [€/m]	Συνολικό Μήκος	Κόστος Σωληνώσεων
15	1200	Φ32x3	3.5	250	875
19	1600	Φ32x3	3.5	250	875
22	1800	Φ32x3	3.5	250	875
28	2000	Φ40x4	4.1	250	1025

Πίνακας 6.1.1.3 Κόστος εγκατάστασης καλοριφέρ για την υπο μελέτη κατοικία ανάλογα με την ισχύ του συστήματος θέρμανσης.

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε το κόστος εγκατάστασης της ενδοδαπέδια το οποίο θα είναι αρκετά υψηλό σε σχέση με τα καλοριφέρ αλλά προσφέρει εξοικονόμηση 30%



συγκριτικά με τα καλοριφέρ. Το κόστος της ενδοδαπέδιας υπολογίζεται με βάση τα τετραγωνικά του χώρου όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Συνολική Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Κόστος ανά [m <sup>2</sup> ]	Συνολικό Κόστος [€]
270	50	13500

Πίνακας 6.1.1.4 Κόστος εγκατάστασης ενδοδαπέδιας

Το κόστος των σωληνώσεων από το λεβητοστάσιο προς τον κάθε όροφο θα ισούται με 500 [€] και είναι το ίδιο και για τα δύο συστήματα διανομής θερμότητας.

Επομένως το συνολικό κόστος εγκατάστασης του κάθε συστήματος διανομής θερμότητας θα είναι:

Ισχύς [kW]	Καλοριφέρ	Ενδοδαπέδια
15	2575	14000
19	2975	14000
22	3175	14000
28	3525	14000

Πίνακας 6.1.1.5 Κόστος εγκατάστασης ανάλογα με το σύστημα διανομής

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε το κόστος εγκατάστασης που προκύπτει για το κάθε λεβητοστάσιο. Τα βασικά μέρη του λεβητοστασίου είναι τα παρακάτω:

Εξάρτημα	Ποσότητα	Συνολικό Κόστος [€]
Λέβητας, Καυστήρας, Πίνακας	1	A/Π
Δοχείο διαστολής	1	80
Boiler (80L)	1	170
Κυκλοφορητής	1	210
Ηλεκτροβάνες	4	300

Πίνακας 6.1.1.6 Κόστος εξαρτημάτων λεβητοστασίου

Λόγω της τυποποίησης θα χρησιμοποιηθούν δύο ειδών λέβητες. Ο ένας θα μας καλύπτει έως και 22 [kW] ενώ ο άλλος είναι κατάλληλος για μεγαλύτερες ισχύεις οπότε μας καλύπτει για την περίπτωση των 28 [kW].

Είδος Λέβητα	Κόστος Εγκατάστασης [€]	
	15-22 kW	28 kW
Πετρελαίου	2100	2200
Pellet	2800	3000
Ξύλου	3000	3200
Ενεργειακό Τζάκι	3300	3500
Φυσικού Αερίου	4500	5000

Πίνακας 6.1.1.7 Κόστος εγκατάστασης λεβήτων

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε το κόστος εγκατάστασης για τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης. Στις περιπτώσεις των αντλιών θερμότητας θα χρησιμοποιήσουμε για όλες τις περιπτώσεις αντλία θερμότητας συνολικής ισχύος 25 [kW]. Στη περίπτωση των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης θα χρησιμοποιήσουμε θερμοπομπούς. Τόσο τα κλιματιστικά όσο και οι αντλίες θερμότητας είναι τεχνολογίας inverter προκειμένου να επιτυγχάνεται οι μέγιστη οικονομία.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης [€]			
	15 [kW]	19 [kW]	22 [kW]	28 [kW]
Θερμοπομπή	1200	1600	1800	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	8000	8000	8000	8000
Κλιματιστικό	2600 (2x7kW)	3900 (3x7kW)	3900 (3x7kW)	5200 (4x7kW)
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	8000	8000	8000	8000

Πίνακας 6.1.1.8 Κόστος εγκατάστασης συστημάτων που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα

Επειδή ορισμένα συστήματα δεν είναι αυτόνομα αλλά απαιτούν σύνδεση στο δίκτυο παροχής όπως συμβαίνει στην περίπτωση του φυσικού αερίου και της τηλεθέρμανσης προκύπτουν κόστη σύνδεσης τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Σύστημα	Τέλη Σύνδεσης [€]	
	15-22 [kW]	28 [kW]
Φυσικό Αέριο	550	550
Τηλεθέρμανση	5650	6200

Πίνακας 6.1.1.9 Τέλη σύνδεσης φυσικού αερίου και τηλεθέρμανσης

Να σημειώσουμε ότι στην περίπτωση της τηλεθέρμανσης η χρέωση κυμένεται στα 3.5 [€/m<sup>2</sup>]+Φ.Π.Α και η χρέωση για τον εναλλάκτη θερμότητας στις περιπτώσεις όπου η ισχύς κυμένεται από 15-22 kW είναι 3630 [€]+Φ.Π.Α ενώ στην περίπτωση των 28 kW είναι 4060 [€]+Φ.Π.Α. Η ισχύς του εναλλάκτη θερμότητας είναι 20 και 40 [Mcal] αντίστοιχα.

Στην περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας πρέπει να πραγματοποιηθούν επιπλέον διεργασίες οι οποίες θα περιλαμβάνουν το κόστος των γεωτρήσεων. Πρόκειται για γεωτρήσεις βάθους 100 μέτρων μέσα στις οποίες τοποθετούνται τετραπλοί γεωεναλλάκτες διατομής Φ32. Προσεγγιστικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι μια γεώτρηση βάθους 100

μέτρων αντιστοιχεί σε περίπου 5 kW αλλά αυτό δεν είναι απόλυτο καθώς μπορούν να υπάρξουν διακυμάνσεις ανάλογα με την θερμική διάχυση των γεωλογικών στρωμάτων.

Ισχύς [kW]	Κόστος Γεωτρήσεων [€]	Κόστος Γεωεναλλακτών [€]	Συνολικό Κόστος [€]
15	6000	2300	8300
19	8000	3100	11100
22	10000	3900	13900
28	12000	4600	16600

Πίνακας 6.1.1.10 Κόστος εγκατάστασης εξωτερικής πηγής θερμότητας στην περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας

Πλέον είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος εγκατάστασης για το κάθε σύστημα. Σχετικά με τα συστήματα διανομής πρέπει να τονίσουμε ότι ορισμένα συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν μόνο με ένα από τα δυο συστήματα διανομής (ενδοδαπέδια, καλοριφέρ), κάποια άλλα μπορούν να λειτουργήσουν και με τα δυο και κάποια άλλα όπως το κλιματιστικό και οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης δεν χρειάζονται σύστημα διανομής.

Ισχύς [kW] Σύστημα Θέρμανσης	Κόστος εγκατάστασης [€]							
	Καλοριφέρ				Ενδοδαπέδια			
	15	19	22	28	15	19	22	28
Λέβητας πετρελαίου	5535	5835	5935	6485	16860	16860	16860	16960
Λέβητας Φυσικού Αερίου	8385	8785	8885	9835	19810	19810	19810	20310
Λέβητας Pellet	6135	6535	6635	7285	17560	17560	17560	17760
Ξυλολέβητας	6335	6735	6835	7485	17760	17760	17760	17760
Ενεργειακό Τζάκι	6635	7035	7135	7785	18060	18060	18060	18260
Τηλεθέρμανση	8985	9385	9485	10485	20410	20410	20410	20960
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού					22760	22760	22760	22760
Γεωθερμική αντλία θερμότητας					31060	33860	36600	39360

Πίνακας 6.1.1.11 Κόστος εγκατάστασης ανάλογα με την απαιτούμενη ισχύ και το σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας

Στην περίπτωση των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης και του κλιματιστικού δεν έχουμε για σύστημα διανομής ούτε καλοριφέρ ούτε την ενδοδαπέδια. Το κόστος εγκατάστασης όπως ήταν αναμενόμενο είναι πιο χαμηλό.

Ισχύς [kW] Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης			
	15	19	22	28
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	1200	1600	1800	2200
Κλιματιστικό	2600	3900	3900	5200

Πίνακας 6.1.1.12 Κόστος εγκατάστασης για συστήματα θέρμανσης δεν συνεργάζονται με κάποιο σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας

### 6.1.2 Ψύξη

Στην περίπτωση της ψύξης έχουμε να μελετήσουμε λιγότερα συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε το κλιματιστικό, την αντλία θερμότητας αέρος-νερού και την γεωθερμική αντλία θερμότητας. Στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας αέρος-νερού και της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας έχουμε σαν σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας την ενδοδαπέδια ενώ στο κλιματιστικό δεν έχουμε κάποιο σύστημα. Το κόστος εγκατάστασης ανάλογα με την απαιτούμενη ψυκτική ισχύ που θέλουμε παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Εκείνο που θα αλλάξει ιδιαίτερα είναι το κόστος στην γεωθερμική αντλία θερμότητας καθώς πρέπει να διαστασιολογήσουμε το σύστημά μας εκ νέου. Επομένως, θα έχουμε:

Ισχύς [kW]	Κόστος Γεωτρήσεων [€]	Κόστος Γεωεναλλακτών [€]	Συνολικό Κόστος [€]
19	8000	3080	11080
21	10000	3850	13850
24	10000	3850	13850
30	12000	4620	16620

Πίνακας 6.1.2.1 Κόστος γεωτρήσεων και γεωεναλλακτών

Έχοντας υπολογίσει το νέο κόστος που προκύπτει στην περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Σύστημα \ Ισχύς [kW]	Κόστος Εγκατάστασης			
	19	21	24	30
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	22760	22760	22760	22760
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	34140	37710	40510	43980
Κλιματιστικό	3900	3900	5200	6500

Πίνακας 6.1.2.2 Κόστος εγκατάστασης συστημάτων ψύξης

### 6.1.3 Ζεστό Νερό Χρήσης

Σε αυτή τη περίπτωση θα μελετήσουμε το κόστος εγκατάστασης δυο συστημάτων. Το ένα είναι ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνα ο οποίος έχει διάρκεια ζωής 20 χρόνια και το άλλο είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνα ο οποίος έχει διάρκεια ζωής 15 χρόνια. Στο εμπόριο υπάρχουν πολλές επιλογές ωστόσο επιλέχθηκε ένας ικανοποιητικός συνδυασμός ανάμεσα σε τιμή και ποιότητα. Η χωρητικότητα του ηλιακού θερμοσίφωνα είναι 180L ενώ του ηλεκτρικού 80L. Το κόστος παρουσιάζεται παρακάτω:

Είδος συστήματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης	Κόστος Εγκατάστασης [€]
Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνα	100
Ηλιακός Θερμοσίφωνα	600

Πίνακας 6.1.3.1 Κόστος εγκατάστασης συστήματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης

## 6.2 Κόστος Λειτουργίας

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα μελετηθεί το κόστος λειτουργίας του κάθε συστήματος θέρμανσης ξεχωριστά καθώς και σε σχέση με τα υπόλοιπα. Το κόστος λειτουργίας θα γίνει αρχικά για μια χειμερινή περίοδο και στη συνέχεια θα επεκταθεί σε βάθος 35 χρόνων καθώς είναι μια μέση τιμή για την διάρκεια ζωής μιας σύγχρονης κατοικίας. Η ανάλυση που θα γίνει θα αφορά επίσης και διάφορες περιπτώσεις όπου οι τιμές ανα παραγόμενη κιλοβατώρα [KWh] μεταβάλλεται για απροβλεπτους λόγους όπως είπαμε προηγουμένως είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω.

### 6.2.1 Θέρμανση

Για την θέρμανση έχουν επιλεγεί μέχρι στιγμής όπως ήδη αναφέραμε δέκα συστήματα. Το καθένα από αυτά έχει τον δικό του ιδιαίτερο τρόπο λειτουργίας τον οποίο εξηγήσαμε λεπτομερώς στα προηγούμενα κεφάλαια. Αυτό όμως που δεν αναφέρθηκε προηγουμένως είναι το κόστος λειτουργίας τους, το οποίο προκειμένου να γίνει πιο εύκολο στη μελέτη αναγκάζεται για όλα τα συστήματα σε ευρώ ανα κιλοβατώρα ή [€/Kwh].

Στους πίνακες που θα ακολουθήσουν αναλύονται διάφορα χαρακτηριστικά των συστημάτων όπως η θερμογόνος δύναμη των καυσίμων που χρησιμοποιούν, η απόδοση κ.α. Σε ορισμένα συστήματα όπως αυτό της τηλεθέρμανσης δεν έχουν τοποθετηθεί καύσιμα καθώς δεν πραγματοποιείται κάποια διεργασία καύσης στο σύστημα, το οποίο έχει οριστεί σαν ο χώρος που περιλαμβάνει την οικεία, το οικόπεδο της καθώς και το μηχανοστάσιο ή λεβητοστάσιο, ανάλογα την περίπτωση, που περιλαμβάνονται σε αυτή. Αφού λοιπόν γίνανε οι απαραίτητες διευκρινήσεις ως προχωρήσουμε παρακάτω όπου κάνουμε μία σύντομη αναφορά των συστημάτων θέρμανσης που θα μελετήσουμε.

5. Καυστήρας Πετρελαίου
6. Καυστήρας Pellet
7. Καυστήρας Φυσικού Αερίου
8. Καυστήρας Ξύλου
9. Ενεργειακό Τζάκι
10. Τηλεθέρμανση
11. Ηλεκτρικές Συσκευές
12. Κλιματιστικό
13. Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού
14. Γεωθερμική αντλία θερμότητας

Σε αυτό το σημείο κάποιος θα αναρωτηθεί για πιο λόγο οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης δεν αναλύθηκαν περισσότερο αφού στην αρχή είχαμε αναφέρει διάφορες συσκευές. Η απάντηση είναι απλή και οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης έχουν βαθμό απόδοσης ίσο με ένα. Με άλλα λόγια ισχύει ότι η θερμική ενέργεια που αποδίδουν ισούται με την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν. Επειδή λοιπόν δεν

έχει κάποιο νόημα να μελετώνται ξεχωριστά επιλέχθηκε να μελετηθούν όλες μαζί με τον όρο Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης.

Πρωτού συνεχιστεί η μελέτη καλό θα ήταν να επιλεγούν οι μονάδες μέτρησης των καυσίμων ή των πηγών ενέργειας των διάφορων συστημάτων.

Σύστημα	Μονάδες Μέτρησης Καυσίμου
Καυστήρας Πετρελαίου	L
Καυστήρας Pellet	Kg
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	m <sup>3</sup>
Καυστήρας Ξύλου	Kg
Ενεργειακό Τζάκι	Kg
Τηλεθέρμανση	KWh
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	KWh
Κλιματιστικό	KWh
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	KWh
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	KWh

Πίνακας 6.2.1.1 Μονάδες μέτρησης για το κάθε καύσιμο

Επόμενο βήμα είναι η ανάλυση της απόδοσης του κάθε καυσίμου. Οι τιμές που παρουσιάζονται παρακάτω είναι τυπικές για το κάθε σύστημα και αποτελούν όπως είπαμε είναι μια τομή ανάμεσα σε ποιότητα και προσιτή τιμή.

Σύστημα	Βαθμός απόδοσης [100%]
Καυστήρας Πετρελαίου	0.85
Καυστήρας Pellet	0.9
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.95
Καυστήρας Ξύλου	0.7
Ενεργειακό Τζάκι	0.8
Τηλεθέρμανση	1
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	1
Κλιματιστικό	1.5
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	5

Πίνακας 6.2.1.2 Βαθμός απόδοσης των διάφορων καυσίμων



Διάγραμμα 6.2.1.1 Βαθμός απόδοσης των διάφορων καυσίμων

Όπως βλέπουμε από το διάγραμμα η πλειοψηφία των συστημάτων εμφανίζουν σχετικά απόδοση κοντά στη μονάδα. Εξαιρέση αποτελούν οι αντλίες θερμότητας που η απόδοση τους μπορεί να φτάσει ακόμη και πέντε φορές πάνω από τον μέσο βαθμό απόδοσης των υπόλοιπων συσκευών.

Στην συνέχεια προκειμένου να συνεχίσουμε τους υπολογισμούς είναι απαραίτητο να παρουσιάζουμε τις θερμογόνους δυνάμεις του κάθε καυσίμου. Πιο συγκεκριμένα η θερμογόνος δύναμη είναι η ενέργεια που εκλύεται από την καύση μιας μονάδας μέτρησης ενός καυσίμου. Ωστόσο εξ' αιτίας του γεγονότος ότι ορισμένα συστήματα έχουν βαθμό απόδοσης διαφορετικό της μονάδας, είτε μεγαλύτερο είτε μικρότερο, χρησιμοποιούμε ένα μέγεθος που λέγεται πραγματική θερμογόνος δύναμη και στην ουσία είναι το γινόμενο της θερμογόνου καυσίμου με τον βαθμό απόδοσης του κάθε συστήματος όπως φαίνεται παρακάτω.

Σύστημα	Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου [KWh]	Πραγματική Απόδοση Καυσίμου
Καυστήρας Πετρελαίου	11.9	10.115
Καυστήρας Pellet	5.2	4.68
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	11	10.45
Καυστήρας Ξύλου	4.2	2.94
Ενεργειακό Τζάκι	4.2	3.36
Τηλεθέρμανση	1	1
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	1	1
Κλιματιστικό	1.5	1.5
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2	2
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	5	5

Πίνακας 6.2.1.3 Πραγματική απόδοση καυσίμων και πηγών ενέργειας των διάφορων συστημάτων

Στα συστήματα που εμπεριέχουν διεργασία καύσης παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη πραγματική απόδοση την έχει το σύστημα φυσικού αερίου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι λέβητες φυσικού αερίου παρουσιάζουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης συγκριτικά με εκείνους του πετρελαίου.

Τα συστήματα τα οποία δεν εμπεριέχουν διεργασία καύσης και έχουν σαν πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη απόδοση την έχει το σύστημα της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε αυτό που ενδιαφέρει κυρίως τον χρήστη που είναι το κόστος λειτουργίας ή με άλλα λόγια τα λεφτά που πληρώνει για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται. Στον παρακάτω πίνακα θα μπορέσουν να προκύψουν συμπεράσματα για τα οικονομικά δεδομένα όλων των καυσίμων και έτσι θα είναι πιο εύκολη η ανάλυση τους αφού προκύπτει το κόστος ανα κιλοβατώρα, διαιρώντας απλά το μοναδιαίο κόστος καυσίμου με τον πραγματικό βαθμό απόδοσης.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Καυστήρας Ξύλου	0.15	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	0.15	0.0446
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

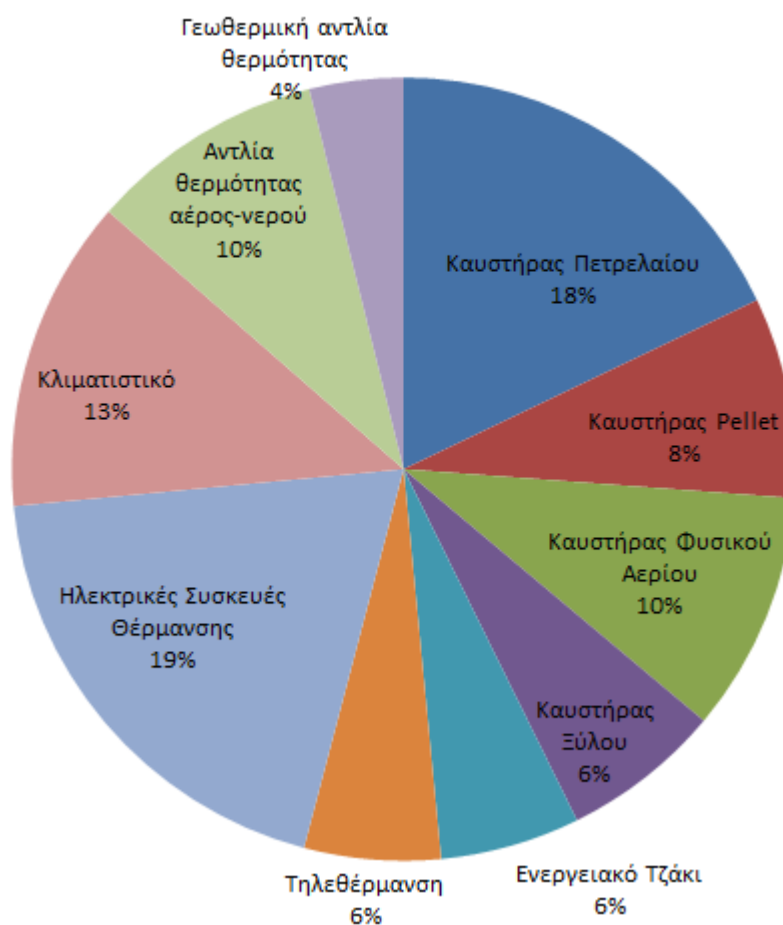
Πίνακας 6.2.1.4 Κόστος καυσίμου για κάθε παραγώμενη κιλοβατώρα

Απο αυτόν τον πίνακα ο αναγνώστης είναι σε θέση να πάρει μια μικρή γεύση για το κόστος λειτουργίας του κάθε συστήματος. Αναλυτικότερα, παρατηρούμε ότι στους καυστήρες το χαμηλότερο κόστος παρουσιάζεται στην περίπτωση του ενεργειακού τζακιού ενώ το μεγαλύτερο στον καυστήρα πετρελαίου.

Στα υπόλοιπα συστήματα το ακριβότερο φαίνεται να είναι οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης ενώ το φθηνότερο η γεωθερμική αντλία θερμότητας. Αρκετά ανταγωνιστική όμως όπως παρατηρούμε είναι τηλεθέρμανση. Παρακάτω παρατίθεται ένα διάγραμμα με σκοπό την σχηματική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων και την καλύτερη κατανόηση τους από τον αναγνώστη.

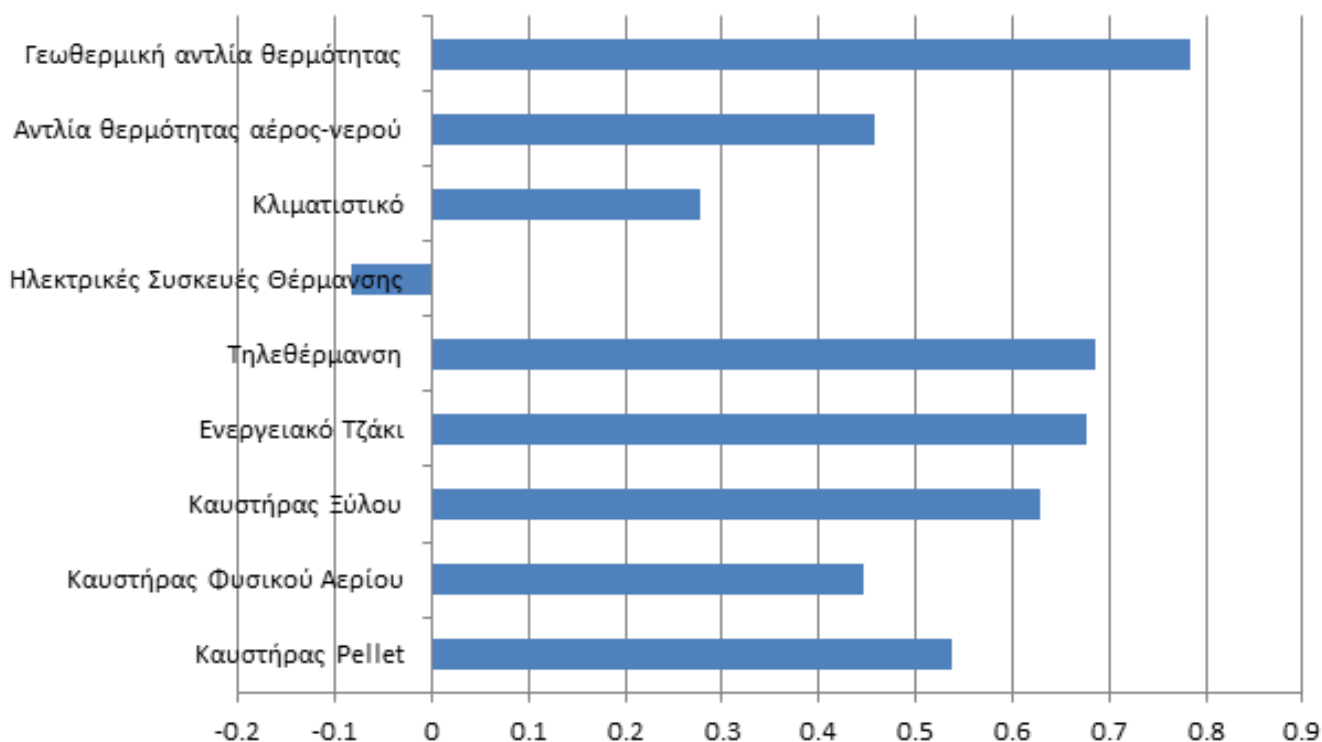


## Κόστος ανα Kwh



Διάγραμμα 6.2.1.2 Ανάλυση κόστους για κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα

Συγκρίνοντας τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης με την γεωθερμική αντλία θερμότητας που είναι και οι δύο ακραίες περιπτώσεις στο κόστος λειτουργίας καθώς είναι η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή του διαγράμματος παρατηρούμε ότι στην περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας το κόστος μειώνεται κατά 78%. Πιο συγκεκριμένα συγκρίνοντας τον καυστήρα πετρελαίου καθώς είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα θέρμανσης με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης παρατηρούνται τα παρακάτω αποτελέσματα.



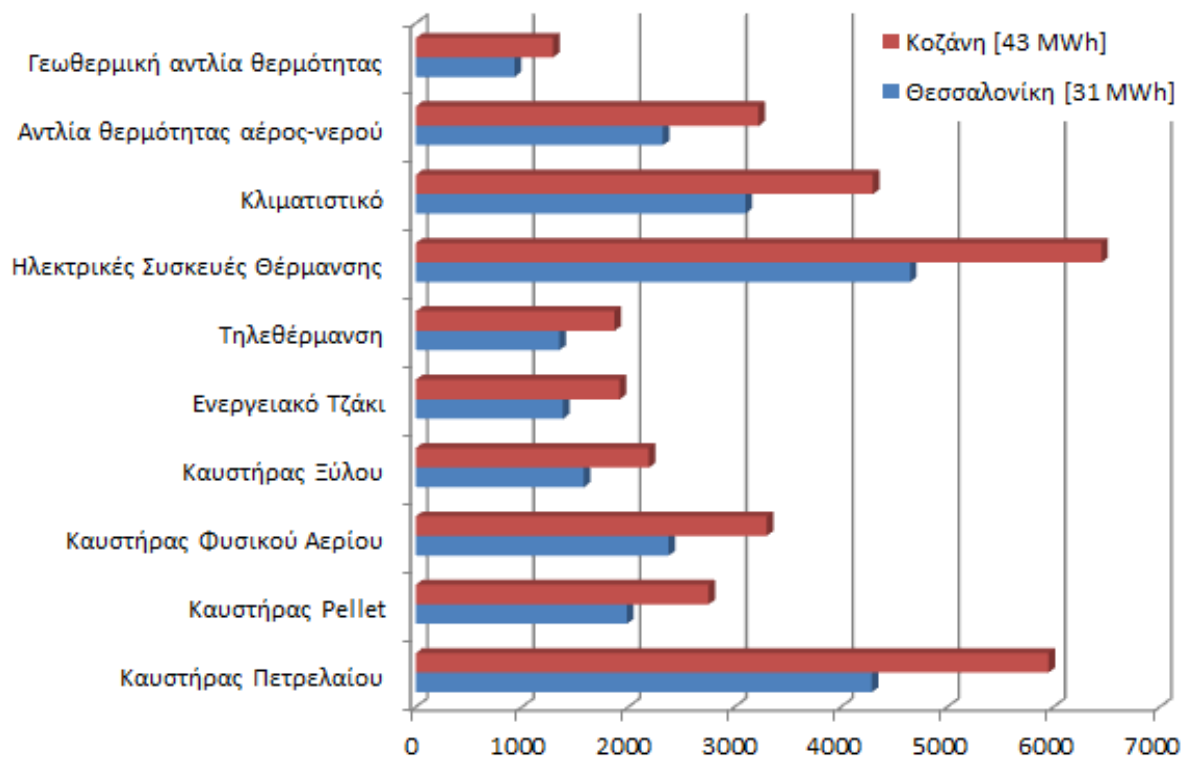
Διάγραμμα 6.2.1.3 Ποσοστιαία διαφορά κόστους του εκάστοτε συστήματος συγκριτικά με το πετρέλαιο.

Παρατηρούμε ότι όλα τα συστήματα με εξαίρεση τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης είναι πιο οικονομικά στη λειτουργία τους από το πετρέλαιο. Όπως βλέπουμε από το διάγραμμα η περίπτωση της τηλεθέρμανσης και του ενεργειακού τζακιού είναι σχεδόν κατά 70% πιο οικονομικά στη λειτουργία τους απ'ότι το πετρέλαιο, η αντλία θερμότητας αέρος-νερού ο καυστήρας φυσικού αερίου και ο καυστήρας pellet είναι έως και 55% πιο οικονομικά στη λειτουργία τους απ'ότι το πετρέλαιο.

Αφού λοιπόν έχουμε αυτά τα στοιχεία στη διάθεση μας μπορούμε να υπολογίσουμε με ευκολία το πόσο θα κοστίζει σε κάποιον μια περίοδο θέρμανσης. Όπως ήδη αναφέραμε θα μελετήσουμε τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις, την ίδια οικεία τοποθετημένη στις τέσσερις διαφορετικές κλιματικές ζώνες κατά τον ΚΕΝΑΚ. Στο σημείο αυτό πρέπει να ανατρέξουμε στο πέμπτο κεφάλαιο και να θυμηθούμε τις ενεργειακές ανάγκες που προέκυψαν για την κάθε περιοχή (Πίνακας 5.4.1). Στη συνέχεια πολύ απλά πολλαπλασιάζοντας το συνολικό ποσό ενέργειας που χρειαζόμαστε για θέρμανση ετησίως με το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα προκύπτουν οι ζητούμενες τιμές.

	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]	Κοζάνη (43 MWh) [€]
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	5952
Καυστήρας Pellet	1988	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	3300
Καυστήρας Ξύλου	1582	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1919
Τηλεθέρμανση	1349	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	6450
Κλιματιστικό	3100	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	1290

Πίνακας 6.2.1.5 Ετήσιο Κόστος Θέρμανσης για την περιοχή της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης



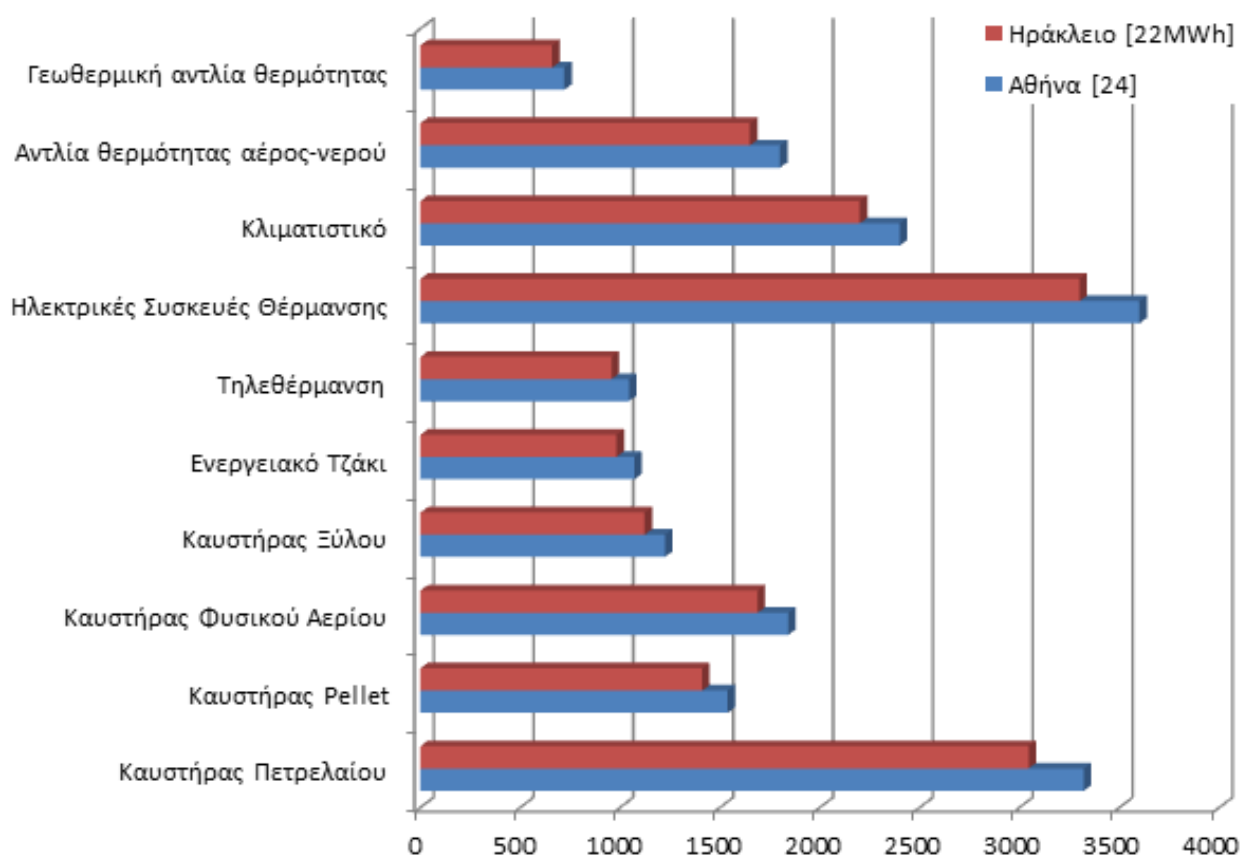
Διάγραμμα 6.2.1.4 Ανάλυση λειτουργικού ετήσιου κόστους για την περιοχή της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης σε σχέση με το κάθε σύστημα θέρμανσης

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα στην περίπτωση του καυστήρα πετρελαίου το κόστος λειτουργίας για ένα σπίτι 270 [m<sup>2</sup>] στην περιοχή της Θεσσαλονίκης ανέρχεται σχεδόν στα 4500 [€]. Το ποσό αυτό σε μια δύσκολη οικονομικά συγκυρία σίγουρα κάθε άλλο παρά αμελητέο είναι. Τα πράγματα όπως ήταν αναμενόμενο γίνονται ακόμη χειρότερα για την περιοχή της Κοζάνης, όπου λόγω του μεγαλύτερου υψομέτρου, των χαμηλότερων

θερμοκρασιών και την μεγαλύτερη διάρκεια της χειμερινής περιόδου έχει μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις και το κόστος αυξάνεται.

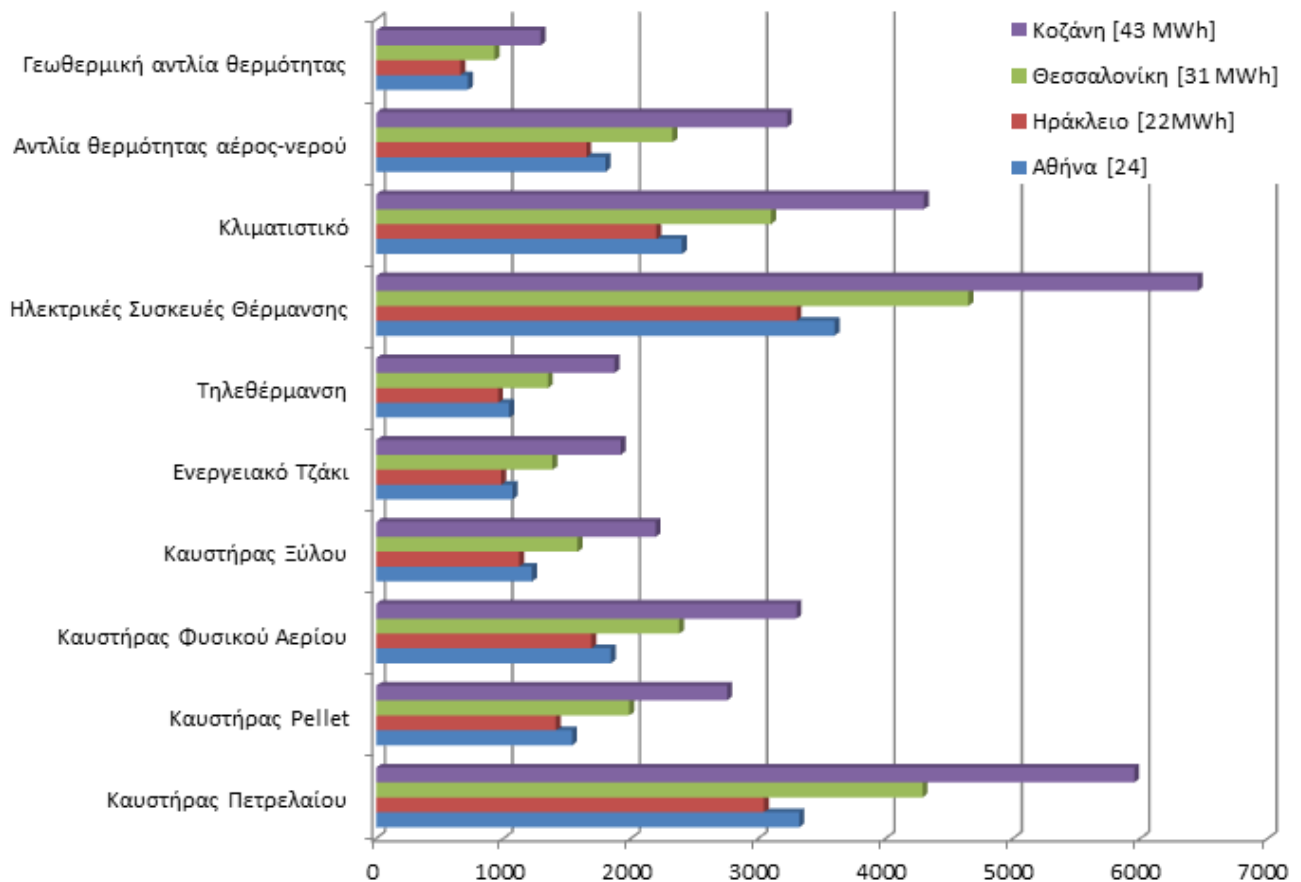
	Αθήνα ( 24 MWh) [€]	Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3045
Καυστήρας Pellet	1539	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1689
Καυστήρας Ξύλου	1225	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	983
Τηλεθέρμανση	1044	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3300
Κλιματιστικό	2400	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	660

Πίνακας 6.2.1.6 Ετήσιο Κόστος Θέρμανσης για την περιοχή της Αθήνας και του Ηρακλείου



Διάγραμμα 6.2.1.5 Ανάλυση λειτουργικού ετήσιου κόστους για την περιοχή της Αθήνας και του Ηρακλείου σε σχέση με το κάθε σύστημα θέρμανσης

Προκειμένου ο αναγνώστης να μπορεί να δει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για το ετήσιο κόστος λειτουργίας παρακάτω παρουσιάζονται όλες οι περιοχές.



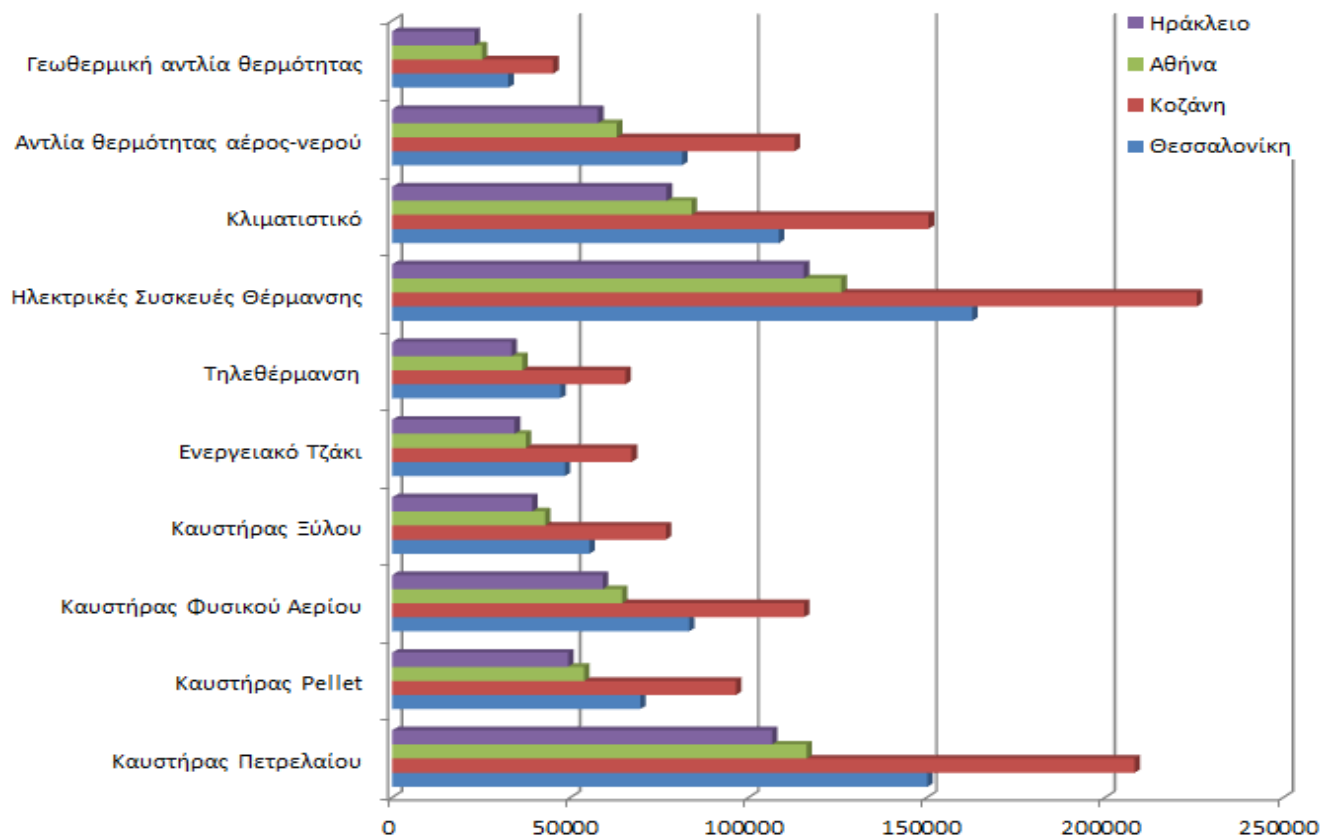
Διάγραμμα 6.2.1.6 Λειτουργικό κόστος ανα σύστημα θέρμανσης και ανα περιοχή για μια χειμερινή περίοδο

Παρατηρούμε ότι σε γενικές γραμμές η μεταβολή ανάμεσα στις περιοχές της Κοζάνης και της Θεσσαλονίκης είναι κοντά στο 25% και ανάμεσα στη Θεσσαλονίκη και την Αθήνα κοντά στο 20%. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με την Αθήνα και το Ηράκλειο που φαίνεται να έχουν παρόμοιες ανάγκες για θέρμανση καθώς δεν διαφέρουν πάνω από 8%. Παρόμοια μεταβολή φαίνεται να ακολουθούν και τα κόστη των ενεργειακών συστημάτων. Καταλυτικά μπορούμε να πούμε ότι στις πρώτες θέσεις βρίσκονται οι καυστήρες πετρελαίου και οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης ενώ στις τελευταίες βρίσκονται το ενεργειακό τζάκι η τηλεθέρμανση και οι αντλίες θερμότητας αέρος-νερού και γεωθερμικές.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το συνολικό κόστος στα 35 χρόνια που πήραμε σαν τον μέσο χρόνο ζωής της οικείας. Προκειμένου να το υπολογίσουμε αυτό πολλαπλασιάζουμε το ετήσιο κόστος με τα συνολικά χρόνια ζωής της οικείας. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι τα παρακάτω.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	47198	65468	36540	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	225751	126000	115500
Κλιματιστικό	108500	150500	84000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	112875	63000	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	45150	25200	23100

Πίνακας 6.2.1.7 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια ζωής μιας οικείας



Διάγραμμα 6.2.1.7 Ανάλυση κόστους σε βάθος 35 χρόνων

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα στις περιπτώσεις όπου το κόστος μεγιστοποιείται δεν θα ήταν υπερβολή να λέγαμε ότι το κόστος ίσως να ισοδυναμούσε και με την αρχική κατασκευαστική αξία του σπιτιού. Οι αντλίες θερμότητας αέρος-νερού και ο λέβητας φυσικού αερίου αποτελούν μια μέση λύση ενώ ο καυστήρας ξύλου, η τηλεθέρμανση, ο καυστήρας pellet και η γεωθερμική αντλία θερμότητας φαίνεται να αποτελούν την πιο οικονομική λύση.

Ας δούμε τώρα πόσα χρήματα θα μπορούσε να είχε εξοικονομήσει κάποιος εάν αντί για καυστήρα πετρελαίου είχε επιλέξει ένα από τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης.

<b>Συνολικό ποσό που εξοικονομούμε συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	-	-	-	-
Καυστήρας Pellet	80623	111830	62416	57215
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	66905	92800	51796	47479
Καυστήρας Ξύλου	94817	131519	73405	67289
Ενεργειακό Τζάκι	101737	141117	78763	72200
Τηλεθέρμανση	102977	142837	79723	73080
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	<b>-12576</b>	<b>-17446</b>	<b>-9738</b>	<b>-8926</b>
Κλιματιστικό	41674	57804	32362	29574
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	68799	95429	53262	48824
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	117624	163154	91062	83474

Πίνακας 6.2.1.8 Συνολικό ποσό εξοικονόμησης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας

Προς ενημέρωση του αναγνώστη οι τιμές με κόκκινο χρώμα συμβολίζουν ότι η λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος θέρμανσης κοστίζει επιπλέον χρήματα σε σχέση με το συγκρινόμενο.

Όπως ήταν αναμενόμενο την μέγιστη εξοικονόμηση την παρατηρούμε στη πόλη της Κοζάνης όπου οι ενεργειακές ανάγκες μεγιστοποιούνται.

## 6.2.2 Ψύξη

Στη ψύξη τα πράγματα είναι σχετικά πιο απλά καθώς έχουμε λιγότερα συστήματα να μελετήσουμε. Η κύρια κατηγορία κλιματιστικών συσκευών είναι η αντλία θερμότητας η οποία όπως έχουμε ήδη αναφέρει χωρίζεται σε έξι υποκατηγορίες με το βαθμό απόδοσης να κυμένεται από το ένα έως το πέντε όπως ήδη αναφέραμε στον πίνακα 2.8.1 και τον οποίο παραθέτουμε παρακάτω προς ευκολία του αναγνώστη.

Είδος	Πηγή θερμότητας	Εξωτερικό Ρευστό Μεταδοσης Θερμότητας	Συσκευή Μετάδοσης	COP
Αέρος-Αέρος	Εξωτερικός Αέρας	Αέρας	Fan coil	1-2
Αέρος-Νερού	Εξωτερικός Αέρας	Νερό	Ενδοδαπέδια	1-2
Νερού-Νερού	Υπόγεια νερά, λίμνη	Νερό	Ενδοδαπέδια	1-3
Νερού-Αέρα	Υπόγεια νερά, λίμνη	Αέρας	Fan coil	1-3
Εδάφους-Αέρα	Έδαφος	Αέρας	Fan coil	5
Εδάφους-Νερού	Έδαφος	Νερό	Ενδοδαπέδια	5

Πίνακας 2.8.1 Είδη αντλιών θερμότητας

Για τον υπολογισμό του λειτουργικού κόστους θα πάρουμε μια μέση τιμή στις περιπτώσεις όπου το COP δεν έχει σταθερή τιμή. Εξαιρέση θα αποτελέσει η αντλία θερμότητας αέρος-νερού η οποία έχουμε ήδη αναφέρει ότι ο βαθμός απόδοσης είναι δύο.

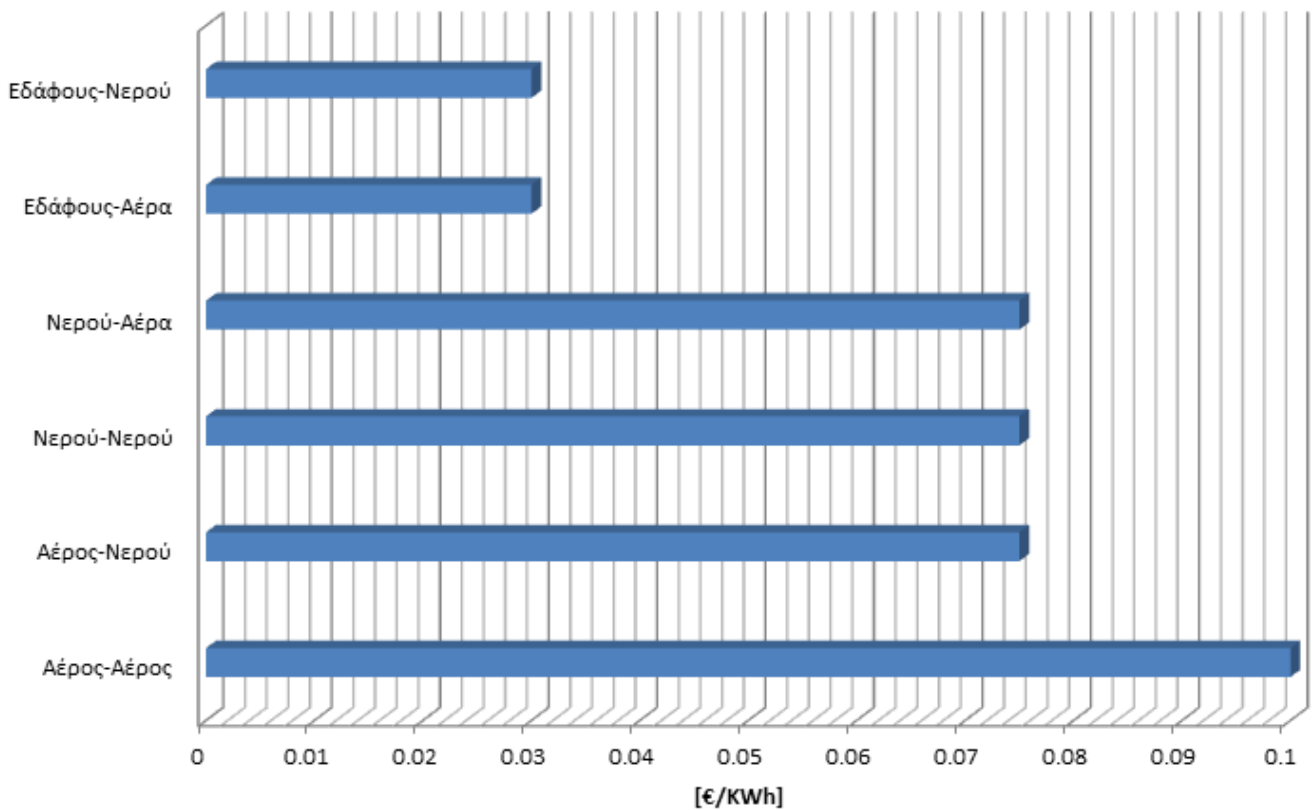
Αρχικά θα υπολογίσουμε το κόστος που προκύπτει για κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα σε κάθε περίπτωση. Προκειμένου να το κάνουμε αυτό θα διαιρέσουμε το αρχικό κόστος της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος με τον βαθμό απόδοσης του κάθε συστήματος.

Είδος	[€/KWh]	COP	Πραγματικό Κόστος [€/KWh]
Αέρος-Αέρος	0.15	1-2	0.1
Αέρος-Νερού	0.15	1-2	0.075
Νερού-Νερού	0.15	1-3	0.075
Νερού-Αέρα	0.15	1-3	0.075
Εδάφους-Αέρα	0.15	5	0.03
Εδάφους-Νερού	0.15	5	0.03

Πίνακας 6.2.2.1 Κόστος κιλοβατώρας σε σχέση με τον βαθμό απόδοσης του κάθε συστήματος ψύξης

Όπως περιμέναμε το χαμηλότερο κόστος λειτουργίας το εμφανίζει η γεωθερμική αντλία θερμότητας ενώ το υψηλότερο η αντλία θερμότητας αέρος-αέρος που είναι το κοινό κλιματιστικό. Με βάση τον προηγούμενο πίνακα μπορούμε να πάρουμε το παρακάτω διάγραμμα.





Διάγραμμα 6.2.2.1 Κόστος παραγόμενης κιλοβατώρας ανάλογα με το είδος της αντλίας θερμότητας

Αφού λοιπόν έχουμε υπολογίσει το κόστος που προκύπτει για κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος που προκύπτει για μια καλοκαιρινή περίοδο. Οι ενεργειακές ανάγκες έχουν υπολογιστεί στην ενότητα 5.4 και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Περιοχή	Απαιτούμενη Ενέργεια [MWh]
Θεσσαλονίκη	32
Κοζάνη	28
Αθήνα	39
Ηράκλειο	46

Πίνακας 6.2.2.2 Ενεργειακές ανάγκες για ψύξη ανα πόλη

Το λειτουργικό κόστος προκύπτει για κάθε πόλη όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

	Θεσσαλονίκη (32 MWh) [€]	Κοζάνη (28 MWh) [€]
Αέρος-Αέρος	3200	2800
Αέρος-Νερού	2400	2100
Νερού-Νερού	2400	2100
Νερού-Αέρα	2400	2100
Εδάφους-Αέρα	960	840
Εδάφους-Νερού	960	840

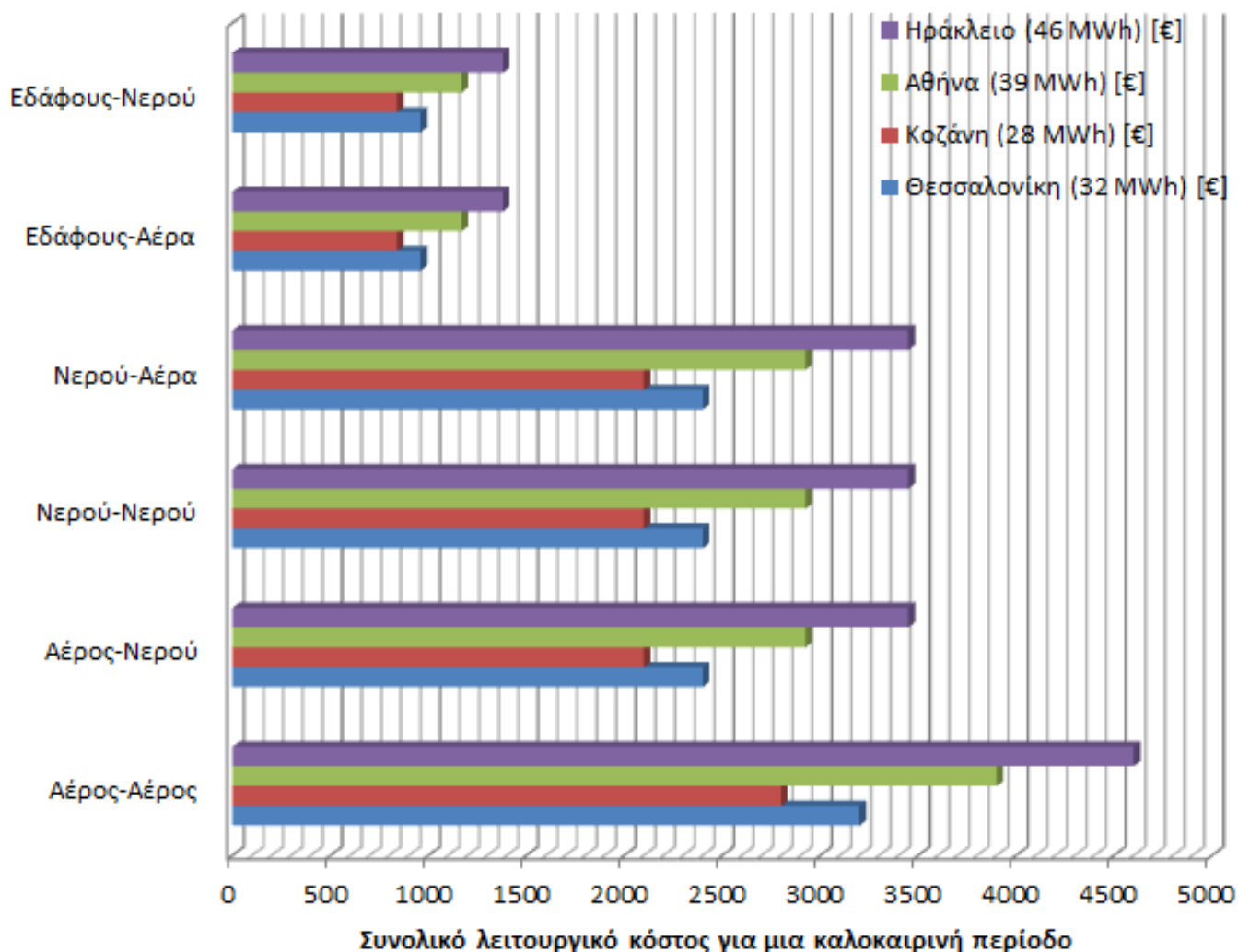
Πίνακας 6.2.2.3 Λειτουργικό κόστος για μια καλοκαιρινή περίοδο στις πόλεις της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης

	Αθήνα (39 MWh) [€]	Ηράκλειο (46 MWh) [€]
Αέρος-Αέρος	3900	4600
Αέρος-Νερού	2925	3450
Νερού-Νερού	2925	3450
Νερού-Αέρα	2925	3450
Εδάφους-Αέρα	1170	1380
Εδάφους-Νερού	1170	1380

Πίνακας 6.2.2.4 Λειτουργικό κόστος για μια καλοκαιρινή περίοδο στις πόλεις της Αθήνας και του Ηρακλείου

Όπως ήταν αναμενόμενο οι νοτιότερες πόλεις εμφανίζουν μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος από εκείνες που βρίσκονται βορειότερα. Οι διακυμάνσεις σε οικονομική κλίμακα είναι μεγαλύτερες για τα συστήματα με μικρότερο βαθμό απόδοσης και στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας φτάνει μέχρι και τα 1800 [€] ενώ στη γεωθερμική αντλία θερμότητας δεν ξεπερνάει τα 540 [€].

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σχετικά διαγράμματα προς καλύτερη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.

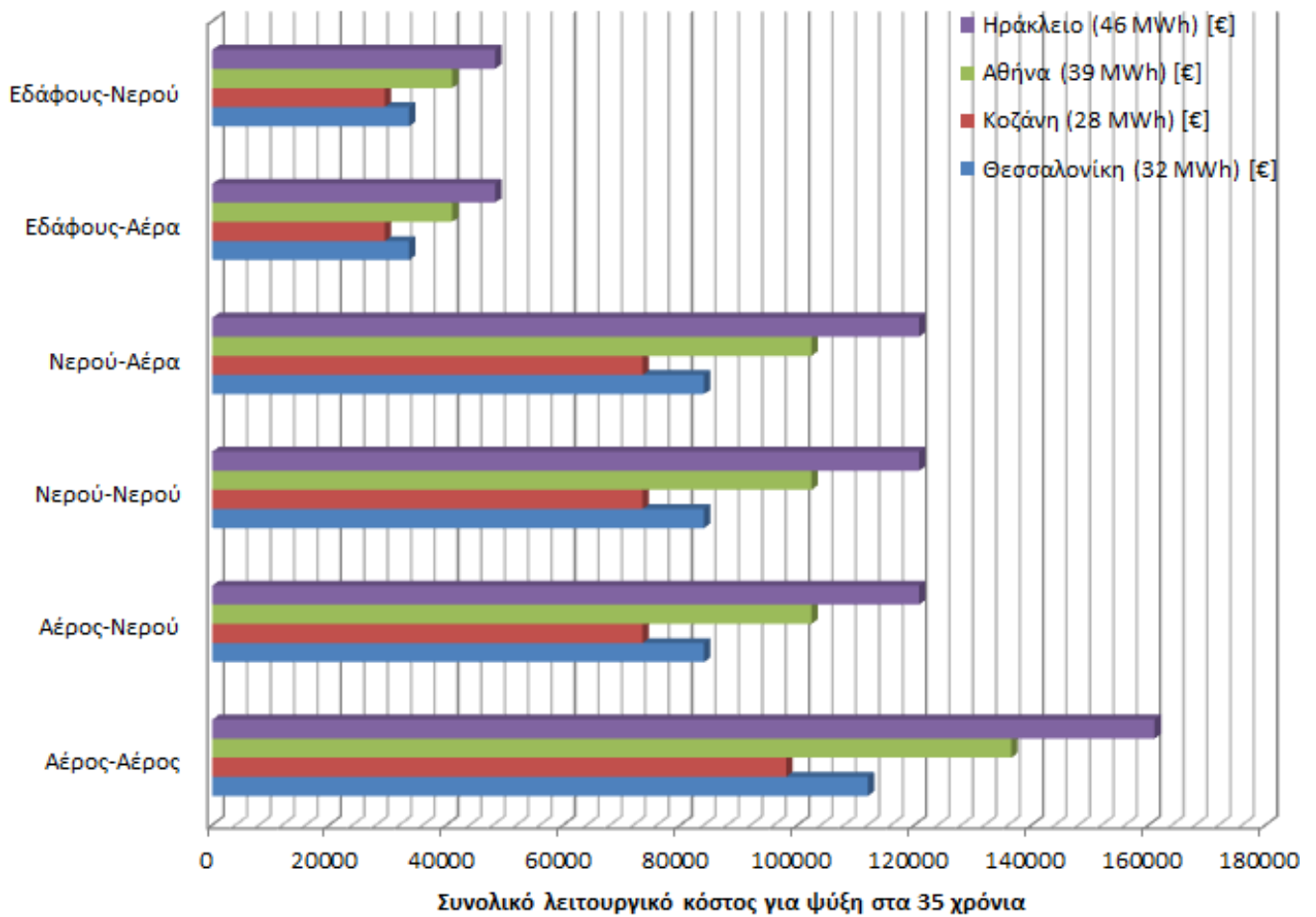


Διάγραμμα 6.2.2.2 Συνολικό λειτουργικό κόστος για μια καλοκαιρινή περίοδο

Ας δούμε σε αυτό το σημείο το λειτουργικό κόστος που προκύπτει για το σύνολο των 35 χρόνων που όπως έχουμε ήδη αναφέρει το θεωρήσαμε μια τυπική τιμή για τον συνολικό χρόνο ζωής μιας οικείας.

<b>Συνολικό Κόστος Ψύξης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη (32 MWh) [€]	Κοζάνη (28 MWh) [€]	Αθήνα (39 MWh) [€]	Ηράκλειο (46 MWh) [€]
Αέρος-Αέρος	112000	98000	136500	161000
Αέρος-Νερού	84000	73500	102375	120750
Νερού-Νερού	84000	73500	102375	120750
Νερού-Αέρα	84000	73500	102375	120750
Εδάφους-Αέρα	33600	29400	40950	48300
Εδάφους-Νερού	33600	29400	40950	48300

Πίνακας 6.2.2.5 Συνολικό λειτουργικό κόστος για ψύξη στα 35 χρόνια



Διάγραμμα 6.2.2.3 Συνολικό λειτουργικό κόστος για ψύξη στα 35 χρόνια

Το κόστος μεγιστοποιείται για την περιοχή με τις μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες για ψύξη που είναι το Ηράκλειο ενώ ελαχιστοποιείται για την περιοχή της Κοζάνης. Επίσης, παρατηρούμε ότι ως προς τα συστήματα ψύξης μεγιστοποιείται στην περίπτωση της αντλίας θερμότητας αέρος-αέρος (κλιματιστικό) και ελαχιστοποιείται στην περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.

### 6.2.3 Ζεστό Νερό Χρήσης

Για να αυξήσουμε την θερμοκρασία του νερού χρησιμοποιούνται τα παρακάτω συστήματα. Στο πίνακα αναλύονται και άλλα στοιχεία όπως ο βαθμός απόδοσης των διάφορων συστημάτων και το κόστος που προκύπτει για την παραγόμενη κιλοβατώρα.

Συσκευή	Απόδοση	Κόστος ανα Μ.Μ	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	0,85	1.4	0.1384
Καυστήρας Pellet	0,9	0.3	0.0641
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0,95	0.802	0.0767
Καυστήρας Ξύλου	0,7	0.15	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	0,8	0.15	0.0446
Τηλεθέρμανση	1	0.0435	0.0435
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνα	1	0.15	0.15
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	5	0.15	0.03
Ηλιακός θερμοσίφωνα	∞	0	0

Πίνακας 6.2.3.1 Κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα

Αφού έχουμε υπολογίσει το κόστος που προκύπτει για το κάθε σύστημα ζεστού νερού χρήσης στη συνέχεια χρειαζόμαστε τις ενεργειακές ανάγκες για κάθε πόλη. Πιο συγκεκριμένα αυτές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

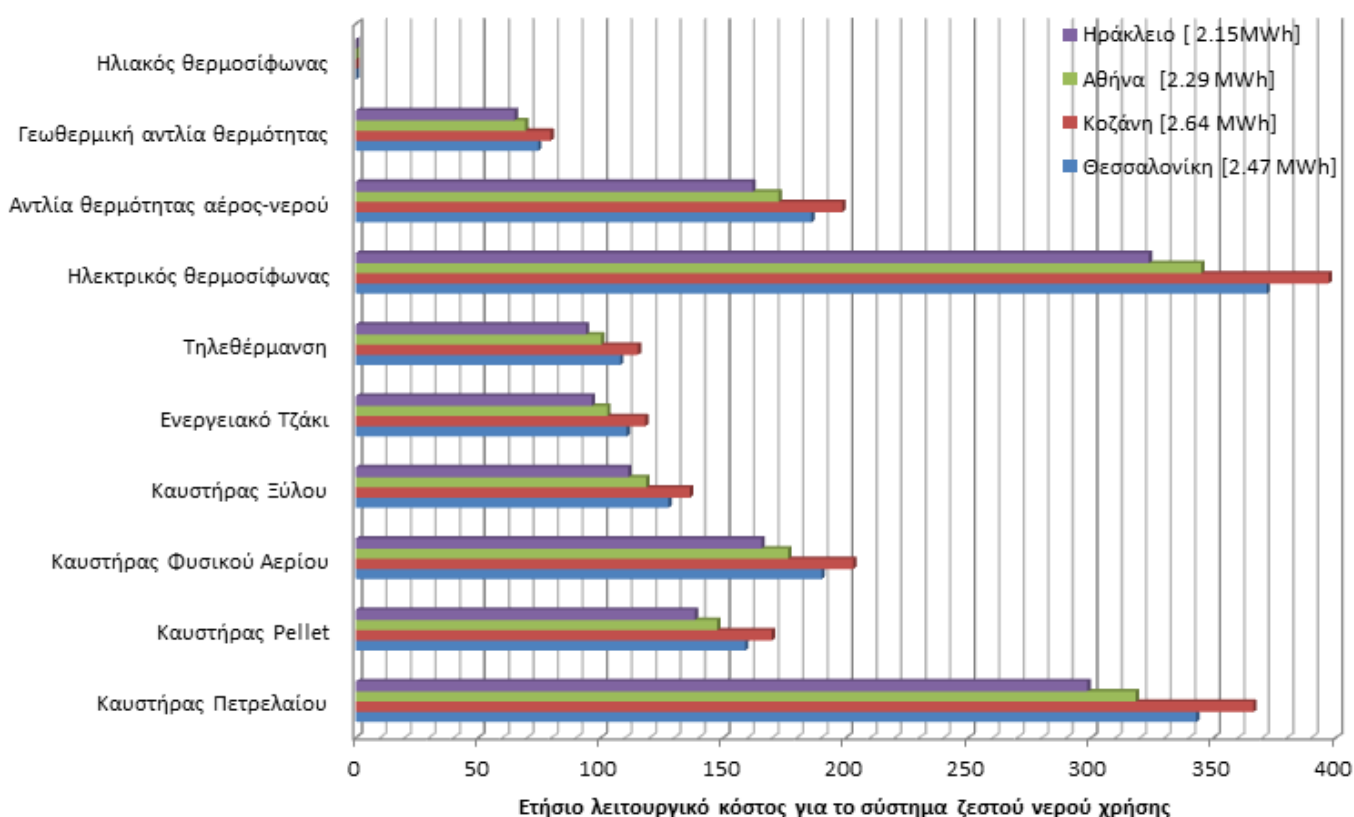
Κλιματική Ζώνη	Ενεργειακές ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης [KWh]
Ηράκλειο	2156.7
Αθήνα	2298.8
Θεσσαλονίκη	2476.6
Κοζάνη	2645.3

Πίνακας 6.2.3.2 Ενεργειακές ανάγκες σε κάθε πόλη

Στη συνέχεια αφού κάνουμε τους απαραίτητους υπολογισμούς προκύπτει ο παρακάτω πίνακας για το ετήσιο λειτουργικό κόστος ανα περιοχή.

Συσκευή	Θεσσαλονίκη [2.47 MWh]	Κοζάνη [2.64 MWh]	Αθήνα [2.29 MWh]	Ηράκλειο [ 2.15MWh]
Καυστήρας Πετρελαίου	343	367	319	299
Καυστήρας Pellet	159	170	148	139
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	190	203	177	166
Καυστήρας Ξύλου	128	137	119	112
Ενεργειακό Τζάκι	111	118	103	97
Τηλεθέρμανση	108	116	100	94
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνα	372	397	345	324
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	186	199	173	162
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	75	80	69	65
Ηλιακός θερμοσίφωνα	0	0	0	0

Πίνακας 6.2.3.3 Ετήσιο λειτουργικό κόστος το συστήματος ζεστού νερού χρήσης



Διάγραμμα 6.2.3.1 Ετήσιο λειτουργικό κόστος για το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Σαν μια πρώτη παρατήρηση θα μπορούσαμε να πούμε ότι το λειτουργικό κόστος που προκύπτει για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό καθώς αντιστοιχεί στο 10% περίπου του κόστους θέρμανσης.

Τα συστήματα παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με την περίπτωση της θέρμανσης όπως αναλύσαμε στην ενότητα 6.2.1.

Τέλος να πουμε ότι ο ηλιακός θερμοσίφωνα αποτελεί ιδανική περίπτωση καθώς έχει μηδαμινό λειτουργικό κόστος.

Στη συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό λειτουργικό κόστος όπως προκύπτει στον παρακάτω πίνακα.

Συσκευή	Θεσσαλονίκη [2.47 MWh]	Κοζάνη [2.64 MWh]	Αθήνα [2.29 MWh]	Ηράκλειο [ 2.15MWh]
Καυστήρας Πετρελαίου	11997	12814	11136	10448
Καυστήρας Pellet	5557	5935	5158	4839
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	6649	7102	6172	5790
Καυστήρας Ξύλου	4465	4769	4144	3888
Ενεργειακό Τζάκι	3866	4130	3589	3367
Τηλεθέρμανση	3771	4028	3500	3284
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	13003	13888	12069	11322
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	6502	6944	6035	5662
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	2601	2778	2414	2265
Ηλιακός θερμοσίφωνας	0	0	0	0

Πίνακας 6.2.3.4 Συνολικό λειτουργικό κόστος του συστήματος θέρμανσης για το σύνολο των 35 χρόνων

Παρατηρούμε ότι το συνολικό ποσό που προκύπτει για το λειτουργικό κόστος είναι ιδιαίτερα μικρό με εξαίρεση τις περιπτώσεις του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα και του καυστήρα πετρελαίου. Βέβαια, το γεγονός ότι μπορούμε να έχουμε μηδενικό λειτουργικό κόστος στην περίπτωση του ηλιακού θερμοσίφωνα δεν αφήνει περιθώρια για συγκρίσεις με τα υπόλοιπα συστήματα. Ωστόσο καλό θα ήταν όταν εγκαθιστούμε ένα σύστημα ηλιακού θερμοσίφωνα να λαμβάνουμε υπόψη και τις μέρες όπου η ηλιοφάνεια δεν επαρκεί για να καλύψει τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες. Γι'αυτό ο ηλιακός θερμοσίφωνας συνηθίζεται να συνδυάζεται με κάποιο άλλο σύστημα το οποίο είναι συνήθως το σύστημα θέρμανσης ή ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας.

### 6.3 Μεταβολή του λειτουργικού κόστους από απρόβλεπτους παράγοντες (what if analysis)

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει ανάλυση με βάση την αυξομείωση του κόστους των διάφορων καυσίμων ή του ηλεκτρικού ρεύματος από απρόβλεπτους παράγοντες. Οι αυξομειώσεις αυτές δεν θα ξεπερνάνε το 15% κάθε φορά. Για το σκοπό της ανάλυσης θα γίνουν οι εξής ομαδοποιήσεις:

- Ομάδα Α: Λέβητας Πετρελαίου, Λέβητας Φυσικού Αερίου.
- Ομάδα Β: Καυστήρας Pellet, καυστήρας Ξύλου και ενεργειακό τζάκι
- Ομάδα Γ: Τηλεθέρμανση
- Ομάδα Δ: Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης, κλιματιστικό, αντλίες θερμότητας αέρος-νερού, γεωθερμική αντλία θερμότητας

Ο διαχωρισμός έγινε με βάση το είδος του καυσίμου που έχουμε στη κάθε περίπτωση καθώς και τον φορέα παροχής. Με άλλα λόγια στην πρώτη ομάδα έχουμε υδρογονάνθρακες και φορέα παροχής εκτός Ελλάδος, γεγονός που την καθιστά εξαρτώμενη. Στην ομάδα Β έχουμε τους καυστήρες οι οποίοι έχουν ως καύσιμο βιομάζα και ο φορέας παροχής είναι εγχώριος αλλά και εξωτερικός. Στην Γ ομάδα έχουμε την τηλεθέρμανση η οποία είναι προϊόν της καύσης του λιγνίτη και ο φορέας παροχής είναι η Δημόσια Εταιρεία Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Στην ομάδα Δ έχουμε αποκλειστική εξάρτηση από το ηλεκτρική ενέργεια και άρα στην περίπτωση που δεν υπάρχει αυτονομία, για παράδειγμα λόγω φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, ο φορέας παροχής είναι η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Ομάδα	Καύσιμο-Πηγή Ενέργειας	Φορέας Παροχής
Α	Υδρογονάνθρακες	Εξωτερικός
Β	Βιομάζα	Εξωτερικός & Εσωτερικός
Γ	Υδρογονάνθρακες	Εσωτερικός
Δ	Ηλεκτρική Ενέργεια	Εσωτερικός

Πίνακας 6.3.1 Ομαδοποίηση με βάση το καύσιμο ή την πηγή ενέργειας και τον φορέα παροχής

#### Περίπτωση 1<sup>η</sup>: Αύξηση τιμών καυσίμων της ομάδας Α κατά 5,10 και 15%

Έστω ότι για άγνωστο λόγο αυξάνονται οι τιμές στα καύσιμα της ομάδας Α. Εξετάζονται τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου έχουμε αύξηση κατά 5,10 και 15% αντίστοιχα. Από πίνακα 6.2.1.4 θα πάρουμε τις παρακάτω τιμές για το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο.



Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Μεταβολή +5%	Μεταβολή +10%	Μεταβολή +15%
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	1.47	1.54	1.61
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.8421	0.8822	0.9223

Πίνακας 6.3.2 Τιμές ανα μονάδα μέτρησης για το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο μετά την αύξηση τους κατά 3%

Το ζητούμενο κόστος που είναι το κόστος ανα παραγώμενη κιλοβατώρα πλέον διαμορφώνεται στις παρακάτω τιμές:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου			Κόστος ανά KWh		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Καυστήρας Πετρελαίου	1.47	1.54	1.61	0.1453	0.1522	0.1591
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.8421	0.8822	0.9223	0.0807	0.0844	0.0882

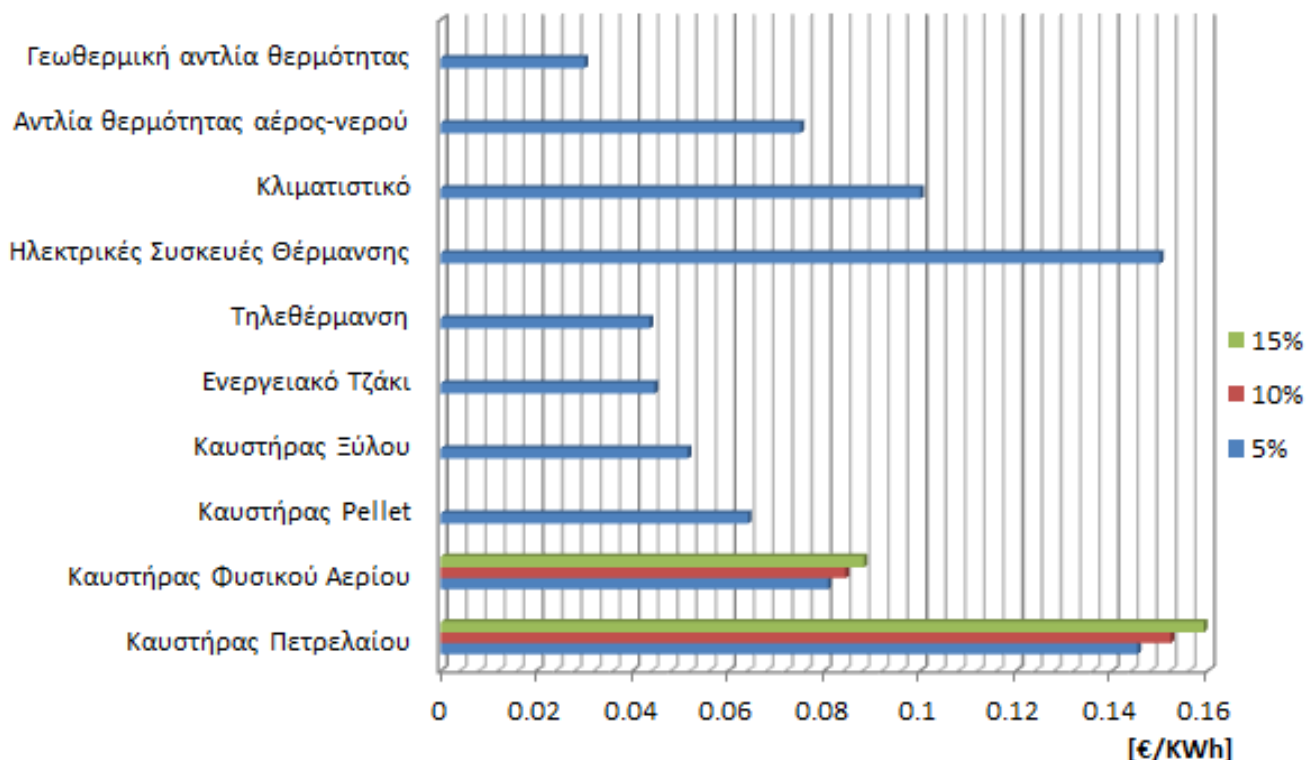
Πίνακας 6.3.3 Κόστος παραγωγής κιλοβατώρας μετά την ανατίμηση στις τιμές πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Στη συνέχεια προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί καλύτερα την διαφορά κόστους που προκλήθηκε στο πετρέλαιο και στο φυσικό αέριο συγκριτικά με τα υπόλοιπα καύσιμα παρακάτω παρουσιάζονται δύο διαγράμματα τα οποία έχουν σκοπό να δείξουν αναλυτικότερα πόσο λιγότερο ή περισσότερο κοστίζει το κάθε καύσιμο από τα υπόλοιπα. Αρχικά η σύγκριση γίνεται ως προς το πετρέλαιο ενώ στη συνέχεια γίνεται ως προς το φυσικό αέριο. Να θυμίσουμε ότι το κόστος στα υπόλοιπα καύσιμα παραμένει σταθερό και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	0.15	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	0.15	0.0446
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

Πίνακας 6.3.4 Κόστος ανα μονάδα καυσίμου των συστημάτων θέρμανσης των οποίων το λειτουργικό κόστος παραμένει σταθερό

Παρακάτω παίρνουμε το διάγραμμα που προκύπτει από τον προηγούμενο πίνακα σε συνδυασμό με το μεταβαλλόμενο λειτουργικό κόστος των συστημάτων που βρίσκονται υπο μελέτη.



Διάγραμμα 6.3.1 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας του καυστήρα πετρελαίου και του λέβητα φυσικού αερίου

Στο διάγραμμα τα υπόλοιπα συστήματα εκτός του λέβητα πετρελαίου και του φυσικού αερίου αναπαριστώνται μόνο με μία μπάρα καθώς οι τιμές τους παραμένουν αμετάβλητες για όλες τις μεταβολές που μελετώνται.

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι ο λέβητας φυσικού αερίου ακόμη και μετά την αύξηση του 15% συνεχίζει να είναι πιο ανταγωνιστικός στη λειτουργία από το κλιματιστικό, το πετρέλαιο και τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης. Βέβαια όσο πιο ακριβό γίνεται χάνει το ανταγωνιστικό του πλεονέκτημα από την αντλία θερμότητας αέρος-νερού με την οποία στην αρχή είχαν παρόμοιες τιμές στο κόστος λειτουργίας.

Από την άλλη ο λέβητας πετρελαίου φαίνεται να τείνει να πλησιάσει και τελικά να ξεπεράσει σε κόστος λειτουργίας τον μοναδικό ανταγωνιστή που ήταν οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα, μια αύξηση της τάξεως του 5% μπορεί να απορροφηθεί έτσι ώστε ο λέβητας πετρελαίου να μην χάσει την πλεονεκτική του θέση. Μια αύξηση της τάξεως του 10% οδηγεί σε εξίσωση του κόστους λειτουργίας με τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης ενώ μια μεγαλύτερη αύξηση έχει σαν αποτέλεσμα να είναι το πιο ακριβό σύστημα όσο αφορά την λειτουργία του αφού αφήνει πίσω του τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης και παίρνει την πρώτη θέση.

Στη συνέχεια έχοντας στη διάθεση μας τα οικονομικά στοιχεία για το κόστος παραγωγής ανα κιλοβατώρα για το κάθε καύσιμο μπορούμε να περάσουμε στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης στο οποίο παρουσιάζονται τα νέα διαμορφωμένα κόστη. Η ανάλυση θα γίνει αρχικά για ένα έτος και στη συνέχεια για 35 χρόνια που όπως είπαμε και πριν είναι μια μέση τιμή για την χρονική διάρκεια μιας οικείας.

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη(31MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4640	4861	5082	6459	6767	7074
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2669	2796	2923	3569	3739	3909

Πίνακας 6.3.4 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των αυξήσεων στις τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για τις πόλεις της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3594	3765	3936	3294	3451	3608
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1993	2088	2183	1827	1914	2001

Πίνακας 6.3.5 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των αυξήσεων στις τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για τις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου

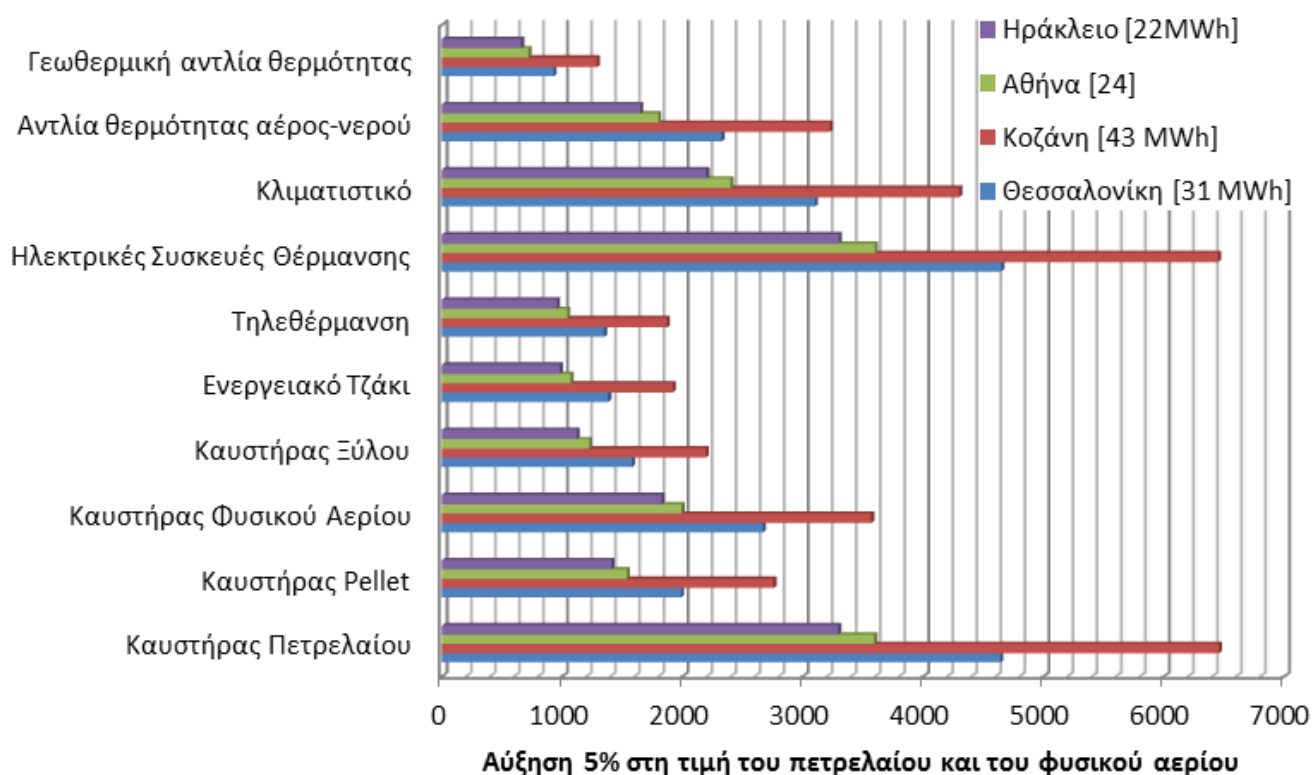
Έχοντας υπολογίσει το νέο λειτουργικό κόστος που προκύπτει μπορούμε να δημιουργήσουμε τον επόμενο πίνακα που μας δίνει μια συνολική εικόνα για όλα τα συστήματα θέρμανσης.

Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4640	4861	5082	6459	6767	7074
Καυστήρας Pellet	1988	1988	1988	2757	2757	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2669	2796	2923	3569	3739	3909
Καυστήρας Ξύλου	1582	1582	1582	2194	2194	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1384	1384	1919	1919	1919
Τηλεθέρμανση	1349	1349	1349	1871	1871	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	4650	4650	6450	6450	6450
Κλιματιστικό	3100	3100	3100	4300	4300	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	2325	2325	3225	3225	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	930	930	1290	1290	1290

Πίνακας 6.3.6 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης στην περίπτωση που το κόστος του πετρελαίου και του φυσικού αερίου αυξάνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3594	3765	3936	3294	3451	3608
Καυστήρας Pellet	1539	1539	1539	1411	1411	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1993	2088	2183	1827	1914	2001
Καυστήρας Ξύλου	1225	1225	1225	1123	1123	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	1072	1072	983	983	983
Τηλεθέρμανση	1044	1044	1044	957	957	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3600	3600	3300	3300	3300
Κλιματιστικό	2400	2400	2400	2200	2200	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1800	1800	1650	1650	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	720	720	660	660	660

Πίνακας 6.3.7 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου στην περίπτωση που το κόστος του πετρελαίου και του φυσικού αερίου αυξάνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.



Διάγραμμα 6.3.2 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με αύξηση 5% στη τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για μια χειμερινή περίοδο

Στο διάγραμμα βλέπουμε ότι εξ' αιτίας της αύξησης ο λέβητας πετρελαίου έχει το ίδιο κόστος με τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης και ξεκινάει από 3250 [€] για την πόλη του Ηρακλείου και φτάνει μέχρι και 6400 [€] για την πόλη της Κοζάνης. Εύκολα καταλαβαίνουμε

ότι ο λέβητας πετρελαίου ανέρχεται στο πιο ακριβό σύστημα θέρμανσης ως προς την λειτουργία του ανεξαρτήτως της γεωγραφικής περιοχής στην οποία βρισκόμαστε.

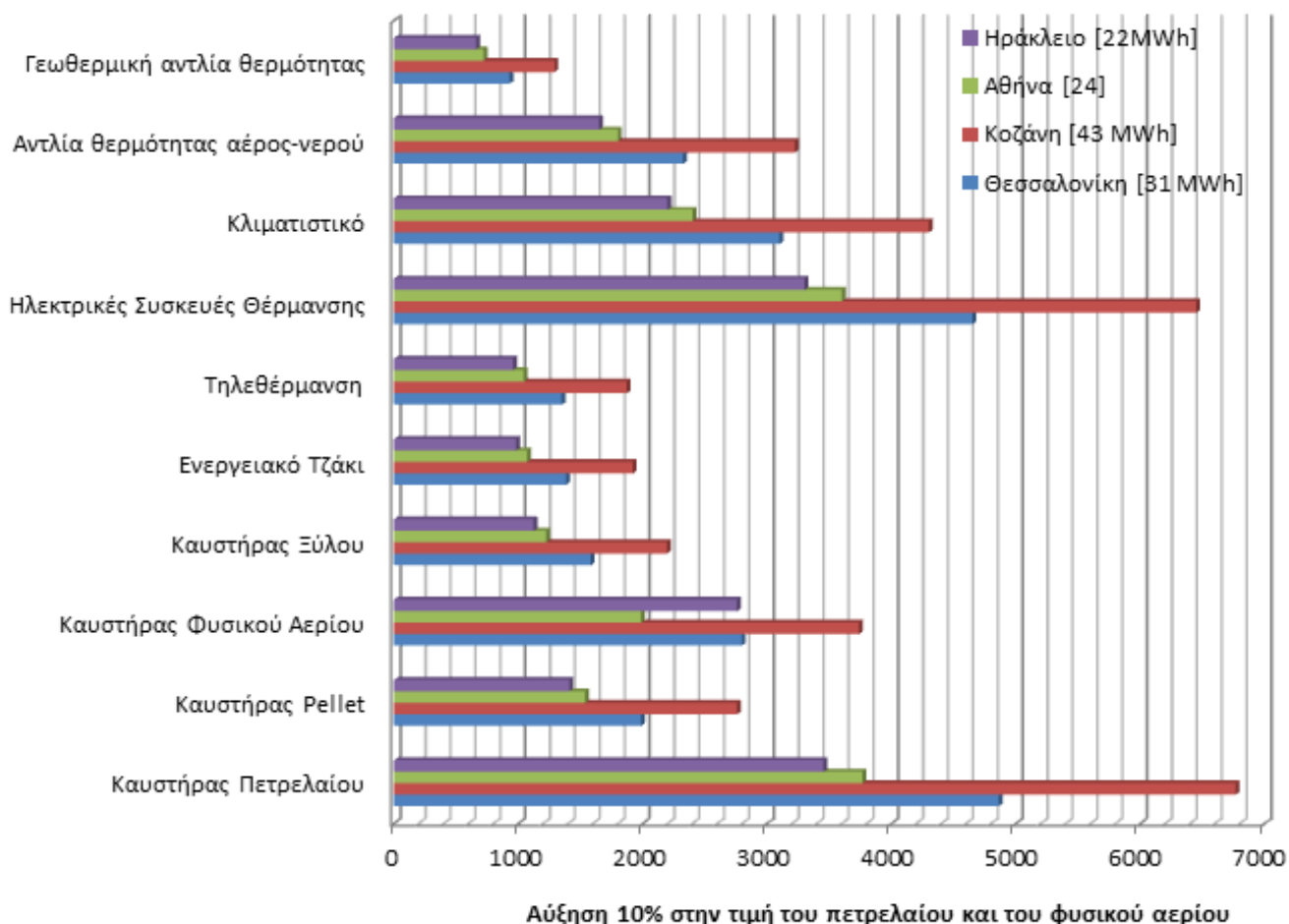
Ο λέβητας φυσικού αερίου έχει ελαφρώς αυξημένο κόστος λειτουργίας σε σχέση με την αντλία θερμότητας αέρος-νερού ενώ εμφανίζει σημαντικό πλεονέκτημα έναντι του κλιματιστικού, των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης και του λέβητα πετρελαίου. Συγκρίνοντας την ακραία περίπτωση, την πόλη της Κοζάνης όπου η απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση μεγιστοποιείται παρατηρούμε ότι αν συγκρίνουμε τον λέβητα φυσικού αερίου με τον λέβητα πετρελαίου η διαφορά φτάνει τα 3000 [€]. Βέβαια στη Κοζάνη θα ήταν πιο εύστοχη η σύγκριση με την τηλεθέρμανση καθώς αποτελεί το πιο διαδεδομένο σύστημα θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά που παρατηρούμε είναι περίπου 1800 [€] δηλαδή το σύστημα τηλεθέρμανσης έχει μειωμένα έξοδα λειτουργίας κατά 50%.

Για τις Νοτιότερες πόλεις όπως της Αθήνας και του Ηρακλείου ένα σύστημα που κερδίζει έδαφος όλο και περισσότερο το τελευταίο χρονικό διάστημα είναι η αντλία θερμότητας αέρος-νερού καθώς οι σχετικά υψηλές μέσες θερμοκρασίες της χειμερινής περιόδου δεν εμποδίζουν την εύρυθμη λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος το οποίο για να έχει την απόδοση για την οποία έχει σχεδιαστεί πρέπει η θερμοκρασία να είναι πάνω από 7 [°C]. Παρατηρώντας λοιπόν το διάγραμμα για τις πόλεις της Αθήνας και του Ηρακλείου και συγκρίνοντας τον λέβητα φυσικού αερίου με την αντλία θερμότητας αέρος-νερού βλέπουμε ότι η διαφορά των δυο συστημάτων δεν ξεπερνάει τα 200 [€].

Το ενεργειακό τζάκι, ο ξυλολέβητας και ο καυστήρας pellet φαίνεται να αποτελούν μια οικονομική λύση είτε τα συγκρίνουμε με τον λέβητα πετρελαίου είτε με τον λέβητα φυσικού αερίου αλλά παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι σε μεγάλα αστικά κέντρα όπως της Θεσσαλονίκης και της Αθήνας η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω περιβαλλοντικών παραγόντων. Παράδειγμα αποτελεί η αιθαλομίχλη η οποία έκανε φέτος αισθητά την παρουσία της σε πολλές πόλεις της Ελλάδος από την εκτεταμένη χρήση τέτοιων συστημάτων θέρμανσης. Το πρόβλημα βέβαια μειώνεται στην περίπτωση των λεβήτων pellet όπου αποτελεί πολύ πρόσφατη τεχνολογία και η καύση έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε παράγει όσο το δυνατόν λιγότερους ρύπους γίνεται.

Τέλος στην περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας παρατηρούμε την μεγαλύτερη διαφορά στο κόστος λειτουργίας καθώς για τον λέβητα φυσικού αερίου ανέρχεται περίπου στο ποσό των 1600 [€] και για την περίπτωση του πετρελαίου φτάνει περίπου τα 3600 [€].

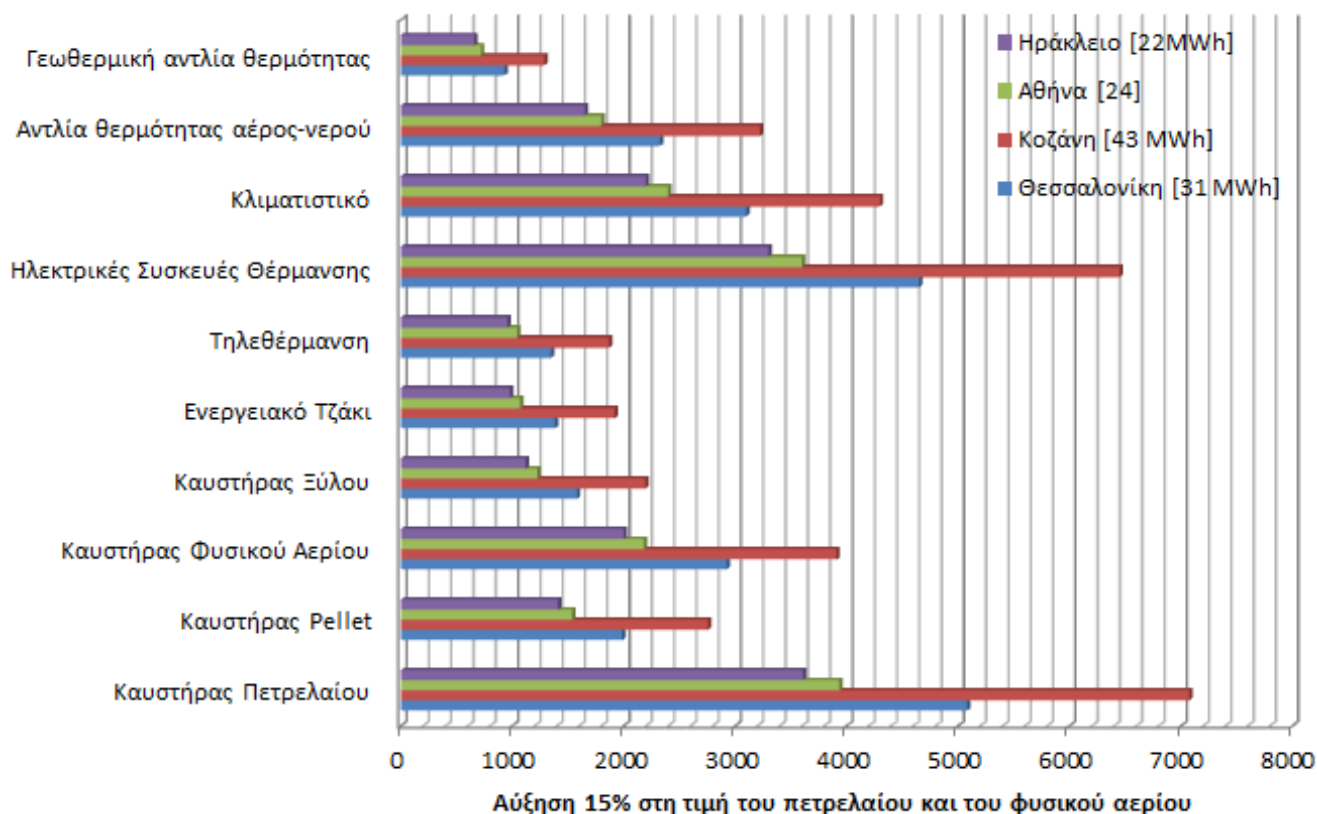
Στη συνέχεια θα μελετήσουμε την περίπτωση όπου η τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου αυξάνεται κατά 10%. Σε αυτή τη περίπτωση προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 6.3.3 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με αύξηση 10% στη τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για μια χειμερινή περίοδο

Όπως ήταν αναμενόμενο ο λέβητας πετρελαίου γίνεται πλέον το ακριβότερο σύστημα θέρμανσης ενώ ο λέβητας φυσικό αερίου κατέχει την τρίτη θέση και έχει λίγο μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας από την αντλία θερμότητας. Όσο αυξάνουμε τις τιμές στα συγκεκριμένα καύσιμα μας ενδιαφέρει το αν αλλάζει η θέση τους στο χάρτη λειτουργικού κόστους. Προς το παρόν η διαφορά ανάμεσα στο λέβητα φυσικού αερίου και ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης είναι αρκετά μεγάλη. Αυτό σημαίνει ότι μόνο μια αρκετά μεγάλη ανατίμηση του φυσικού αερίου προς τα πάνω θα είχε ως αποτέλεσμα ο λέβητας φυσικού αερίου να έχει μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας από τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα, το φυσικό αέριο θα έπρεπε να αυξηθεί κατά 40% προκειμένου οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης να είναι πιο οικονομικές στη λειτουργία τους, ένα σενάριο αρκετά ουτοπικό. Βέβαια, αν λάβουμε υπόψη τις φετινές ανατιμήσεις του πετρελαίου θέρμανσης με την εξίσωση του με το πετρέλαιο κίνησης, μια αύξηση στη τιμή του κατά 30% ίσως μια αντίστοιχη αύξηση στη τιμή του φυσικού αερίου να μην είναι τόσο απίθανη.

Στη συνέχεια θα δούμε ένα ακόμη διάγραμμα όπου η τιμές των υπό μελέτη καυσίμων, πετρέλαιο και φυσικό αέριο, θα αυξηθούν κατά 15%.



Διάγραμμα 6.3.3 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με αύξηση 15% στη τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για μια χειμερινή περίοδο

Όπως ήταν αναμενόμενο ο λέβητας πετρελαίου γίνεται ξεκάθαρα πλέον το ακριβότερο σύστημα θέρμανσης ως προς τα λειτουργικά έξοδα ενώ ο λέβητας φυσικού αερίου σχεδόν εξισώνεται με το κλιματιστικό. Βέβαια όσο μεγαλύτερες είναι οι ενεργειακές ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν τόσο μεγαλύτερη είναι και η διαφορά ανάμεσα στο λειτουργικό κόστος του φυσικού αερίου και του κλιματιστικού. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση της Κοζάνης η διαφορά ανέρχεται στα 400 [€] ενώ στη περίπτωση του Ηρακλείου η διαφορά μειώνεται στα 200 [€].

Εάν επεκτείνουμε την ανάλυση μας σε ένα βάθος 35 χρόνων που όπως είπαμε είναι μια μέση τιμή για τη χρονική διάρκεια χρήσης μιας οικείας, θα πάρουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	157683	165191	218720	229136	122075	127888	111903	117232
Καυστήρας Pellet	69552	69552	96475	96475	53847	53847	49359	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	87434	91597	121279	127054	67690	70913	62048	65003
Καυστήρας Ξύλου	55358	55358	76786	76786	42858	42858	39285	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	48438	61188	61188	37500	37500	34375	34375
Τηλεθέρμανση	47198	47198	65468	65468	36540	36540	33495	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751	126000	126000	115500	115500
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500	84000	84000	77000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875	63000	63000	57750	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150	25200	25200	23100	23100

Πίνακας 6.3.8 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 5 και 10% στα καύσιμα της ομάδας Α.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	172701	239549	133702	122560
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	95760	132829	74136	67958
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	47198	65468	36540	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	225751	126000	115500
Κλιματιστικό	108500	150500	84000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	112875	63000	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	45150	25200	23100

Πίνακας 6.3.9 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 15% στα καύσιμα της ομάδας Α.

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ' αιτίας αυτής της αύξησης στο κόστος λειτουργίας των συστημάτων της ομάδας Α στο σύνολο των 35 χρόνων.



	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη			Αθήνα			Ηράκλειο		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	7509	15017	22527	10416	20831	31246	5814	11627	17440	5329	10658	15987
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	4164	8327	12491	5776	11550	17430	3224	6446	9670	2955	5910	8865

Πίνακας 6.3.10 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 15% στα καύσιμα της ομάδας Α.

Όπως ήταν αναμενόμενο περισσότερο από την μεταβολή των τιμών των καυσίμων της Α ομάδας επηρεάζεται η Κοζάνη η οποία έχει και τις μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες ενώ λιγότερο επηρεάζεται το Ηράκλειο που έχει τις μικρότερες. Παρόμοια συμπεριφορά εμφανίζουν και τα συστήματα θέρμανσης και πιο συγκεκριμένα ο καυστήρας φυσικού αερίου λιγότερο ενώ ο λέβητας πετρελαίου περισσότερο. Επίσης μια ακόμη παρατήρηση που θα μπορούσαμε να κάνουμε είναι ότι ο λέβητας φυσικού αερίου παρουσιάζει μιακρότερες μεταβολές στο συνολικό κόστος λειτουργίας του.

Περίπτωση 2<sup>η</sup> : Μείωση των τιμών των καυσίμων της ομάδας Α κατά 5,10 και 15%

Έστω ότι οι φορείς παροχής των καυσίμων της ομάδας Α αποφασίζουν να μειώσουν την τιμή στα συγκεκριμένα καύσιμα. Θα εξεταστούν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου έχουμε μείωση της τιμής κατά 5,10 και 15%. Από πίνακα 5.2.1.4 θα πάρουμε τις παρακάτω τιμές.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Μεταβολή	Μεταβολή	Μεταβολή
		-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	1.33	1.26	1.19
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.7619	0.7218	0.6817

Πίνακας 6.3.11 Τιμές ανα μονάδα μέτρησης για το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο μετά την μείωση τους

Το ζητούμενο κόστος που είναι το κόστος ανα παραγώμενη κιλοβατώρα πλέον διαμορφώνεται στις παρακάτω τιμές:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου			Κόστος ανά kWh		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	1.33	1.26	1.19	0.13148	0.12456	0.11764
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.7619	0.7218	0.6817	0.07290	0.06907	0.06523

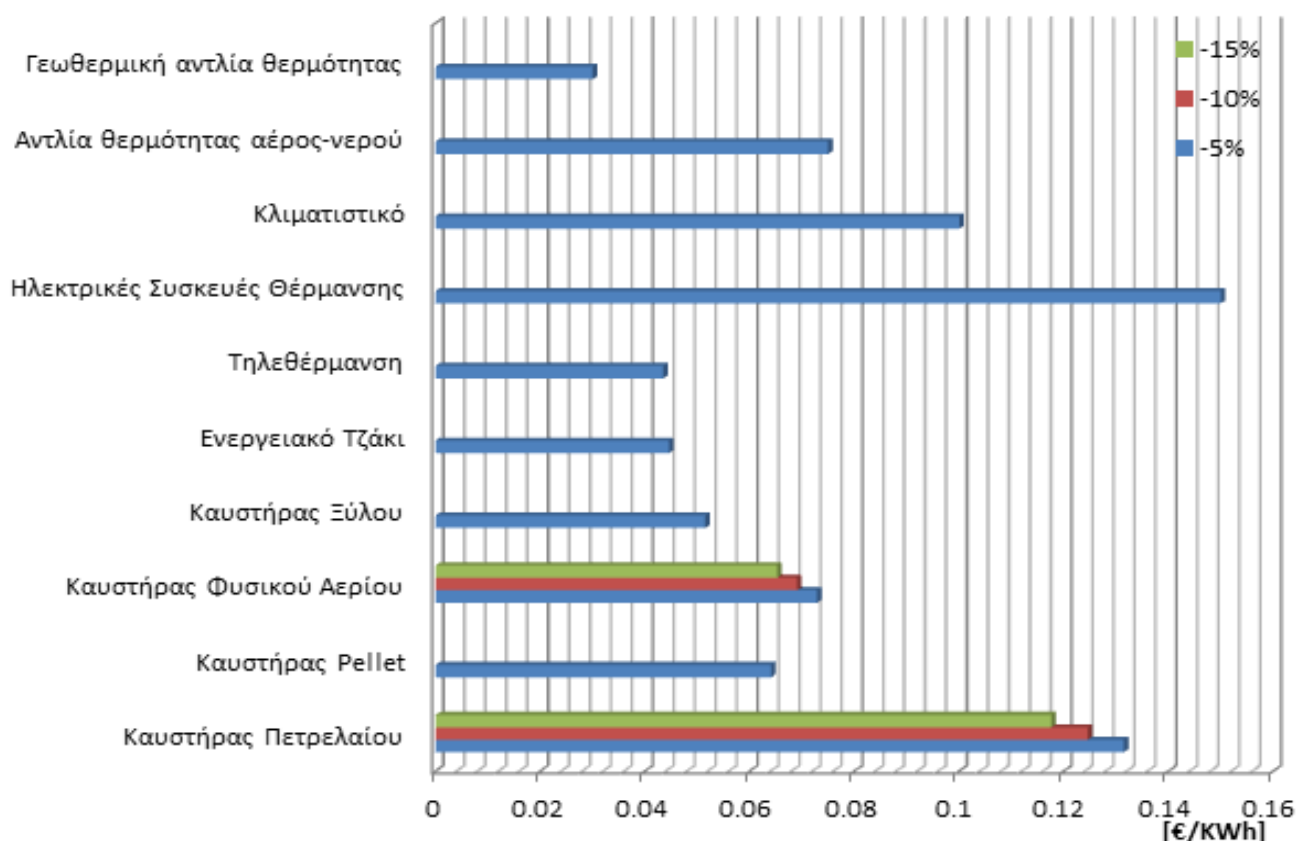
Πίνακας 6.3.12 Κόστος παραγωγής κιλοβατώρας μετά την ανατίμηση στα καύσιμα της ομάδας Α

Στη συνέχεια προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί καλύτερα την διαφορά κόστους που προκλήθηκε στο πετρέλαιο και στο φυσικό αέριο συγκριτικά με τα υπόλοιπα καύσιμα

παρακάτω παρουσιάζονται δύο διαγράμματα τα οποία έχουν σκοπό να δείξουν αναλυτικότερα πόσο λιγότερο ή περισσότερο κοστίζει το κάθε καύσιμο από τα υπόλοιπα. Η σύγκριση γίνεται ως προς το πετρέλαιο και ως προς το φυσικό αέριο. Να θυμίσουμε ότι το κόστος στα καύσιμα των υπόλοιπων ομάδων (Β,Γ,Δ) παραμένει σταθερό.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά kWh
Καυστήρας Pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	0.15	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	0.15	0.0446
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

Πίνακας 6.3.13 Τιμές καυσίμων για τις ομάδες Β,Γ και Δ



Διάγραμμα 6.3.4 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας του καυστήρα πετρελαίου και του λέβητα φυσικού αερίου συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης

Στο διάγραμμα τα υπόλοιπα συστήματα εκτός του λέβητα πετρελαίου και του φυσικού αερίου αναπαριστώνται μόνο με μία μπάρα καθώς οι τιμές τους παραμένουν αμετάβλητες για όλες τις μεταβολές που μελετώνται.

Στο διάγραμμα φαίνεται ότι ο καυστήρας πετρελαίου συνεχίζει να κατέχει την δεύτερη θέση ως προς το κόστος λειτουργίας ανεξαρτήτως του πόσο μεγάλη είναι η μείωση στη τιμή του πετρελαίου. Πιο συγκεκριμένα, όσο περισσότερο μειώνεται η τιμή του τόσο πιο φθηνό γίνεται σε σχέση με τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης και φυσικά η διαφορά του κόστους λειτουργίας μεγιστοποιείται όταν η μείωση παίρνει την μέγιστη τιμή της δηλαδή 15%. Βέβαια παρατηρούμε ότι η μείωση της τιμής του πετρελαίου μειώνει την διαφορά κόστους λειτουργίας με το κλιματιστικό αλλά όπως βλέπουμε η μείωση του 15% δεν είναι αρκετή για γίνει πιο ανταγωνιστικό συγκριτικά με αυτό καθώς έχουν μια διαφορά 0.016 [€/kWh] ή αλλιώς 13.7%.

Ο λέβητας φυσικού αερίου οδηγείται σε πιο ανταγωνιστική θέση καθώς πλέον η διαφορά στο λειτουργικό κόστος με τα συστήματα του πετρελαίου, των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης και του κλιματιστικού μεγαλώνει ακόμη περισσότερο. Επίσης βλέπουμε ότι η αντλία θερμότητας αέρος-νερού που ήταν ο κύριος ανταγωνιστής καθώς είχε το ίδιο κόστος λειτουργίας μένει πίσω καθώς γίνεται πιο ακριβό σύστημα ως προς την λειτουργία του. Στην μέγιστη μείωση του 15% ο λέβητας φυσικού αερίου παρατηρούμε ότι πλέον αποκτά το ίδιο κόστος λειτουργίας με τον καυστήρα Pellet.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι μεταβολές στις τιμές των καυσίμων της ομάδας Α οφελούν κυρίως τον λέβητα φυσικού αερίου καθώς όπως ήδη αναφέραμε αποκτά το ίδιο κόστος ως προς ένα άλλο σύστημα θέρμανσης το οποίο πριν από τις μειώσεις των τιμών ήταν πιο ανταγωνιστικό.

Αφού υπολογίσαμε τις νέες τιμές για το κόστος παραγωγής της κιλοβατώρας στη σηνέχεια θα υπολογίσουμε την μεταβολή που θα έχει το ετήσιο κόστος λειτουργίας για τα συστήματα θέρμανσης της ομάδας Α (λέβητας πετρελαίου, λέβητας φυσικού αερίου).

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4076	3668	3118	5655	5090	4326
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2261	2035	1730	3135	2822	2399

Πίνακας 6.3.14 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των μειώσεων στις τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για τις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3156	2841	2415	2893	2604	2213
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1750	1575	1339	1605	1445	1228

Πίνακας 6.3.15 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των μειώσεων στις τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για τις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου

Παρακάτω συγκεντρώνονται όλα τα αποτελέσματα για όλα τα λειτουργικά κόστη όλων των συστημάτων και για κάθε πόλη ξεχωριστά. Ο διαχωρισμός των αποτελεσμάτων σε δύο πίνακες έγινε προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο ευδιάκριτα στον αναγνώστη.

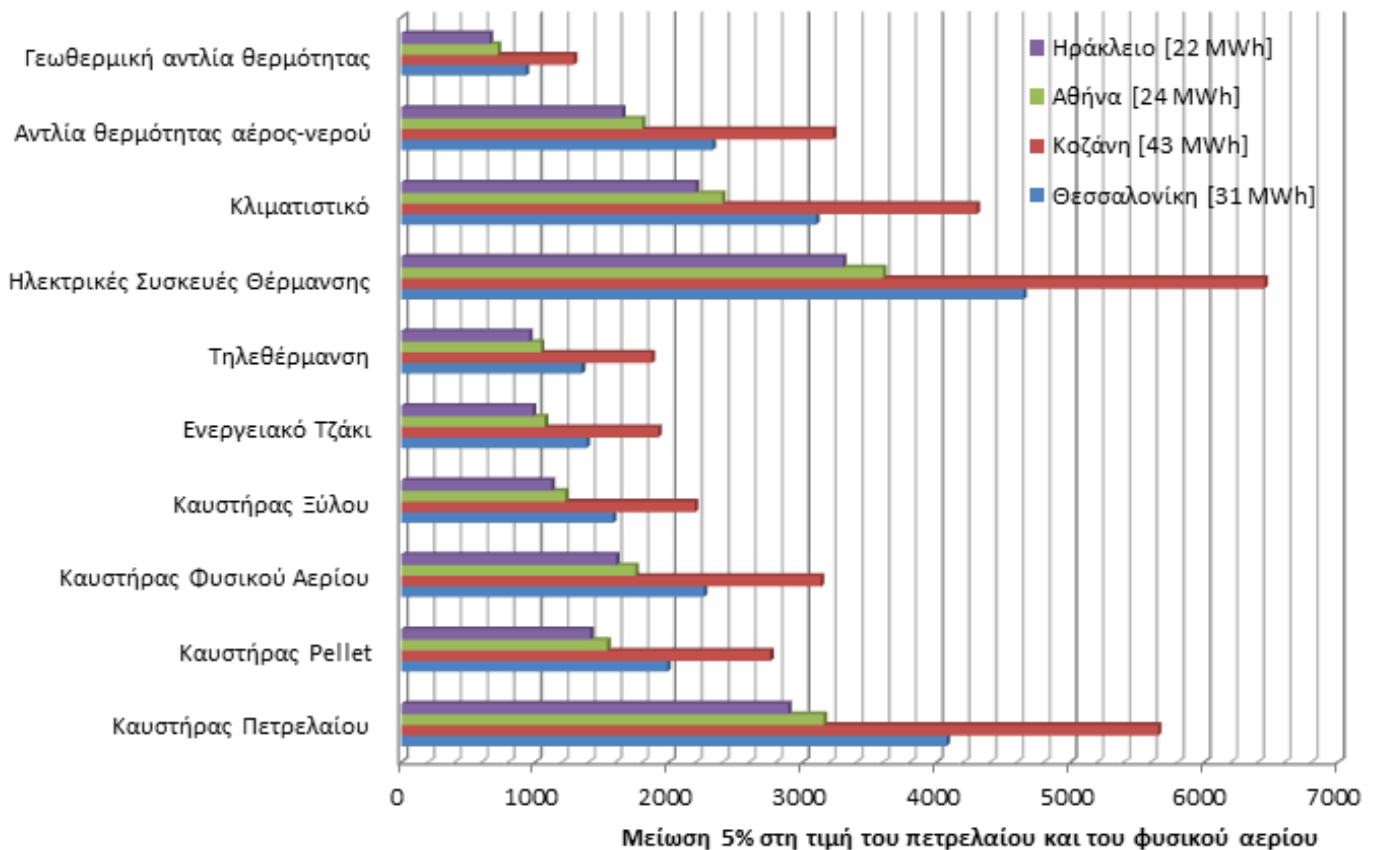
Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4076	3668	3118	5655	5090	4326
Καυστήρας Pellet	1988	1988	1988	2757	2757	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2261	2035	1730	3135	2822	2399
Καυστήρας Ξύλου	1582	1582	1582	2194	2194	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1384	1384	1919	1919	1919
Τηλεθέρμανση	1349	1349	1349	1871	1871	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	4650	4650	6450	6450	6450
Κλιματιστικό	3100	3100	3100	4300	4300	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	2325	2325	3225	3225	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	930	930	1290	1290	1290

Πίνακας 6.3.16 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης στην περίπτωση που το κόστος του πετρελαίου και του φυσικού αερίου μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3156	2841	2415	2893	2604	2213
Καυστήρας Pellet	1539	1539	1539	1411	1411	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1750	1575	1339	1605	1445	1228
Καυστήρας Ξύλου	1225	1225	1225	1123	1123	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	1072	1072	983	983	983
Τηλεθέρμανση	1044	1044	1044	957	957	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3600	3600	3300	3300	3300
Κλιματιστικό	2400	2400	2400	2200	2200	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1800	1800	1650	1650	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	720	720	660	660	660

Πίνακας 6.3.17 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου στην περίπτωση που το κόστος του πετρελαίου και του φυσικού αερίου μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Αφού λοιπόν συγκεντρώσαμε τα αποτελέσματα μας σε πίνακες μπορούμε να δημιουργήσουμε τα παρακάτω διαγράμματα που σκοπό έχουν την καλύτερη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.



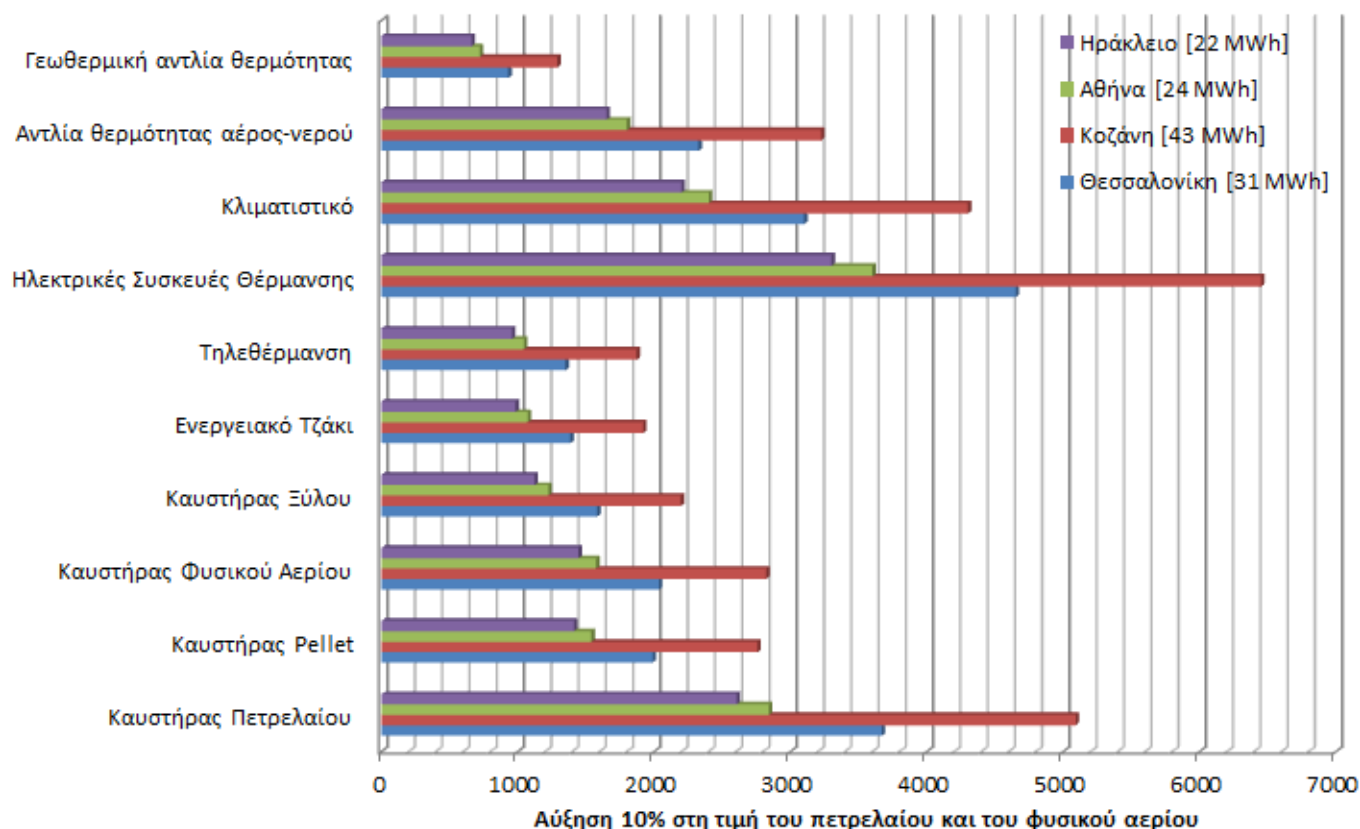
Διάγραμμα 6.3.5 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με μείωση 5% στη τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για μια χειμερινή περίοδο.

Στο διάγραμμα προκύπτουν αρχικά δύο βασικά συμπεράσματα. Πρώτον, ότι όσο περισσότερη ενέργεια χρειαζόμαστε για μια χειμερινή περίοδο τόσο πιο έντονη είναι η επίδραση της μεταβολής των τιμών των καυσίμων της ομάδας Α. Με άλλα λόγια η επίδραση της μεταβολής των τιμών είναι πιο έντονη για τις πόλεις της Κοζάνης και της Θεσσαλονίκης ενώ λιγότερες έντονες στις πόλεις της Αθήνας και του Ηρακλείου.

Δεύτερον παρά το γεγονός ότι μειώνεται το λειτουργικό κόστος του λέβητα πετρελαίου εξακολουθεί να κατέχει την δεύτερη θέση στο διάγραμμα και εξακολουθεί να θεωρείται ένα ακριβό σύστημα θέρμανσης. Ωστόσο ο λέβητας φυσικού αερίου φαίνεται να ευνοείται περισσότερο από τις μειώσεις των τιμών καθώς όχι μόνο είναι πιο φθηνός στη λειτουργία του από την αντλία-θερμότητας αλλά διαφέρει από τον λέβητα pellet μόλις κατά 300 [€]. Η

διαφορά αυτή όπως θα δούμε πρόκειται να μειωθεί ακόμη περισσότερο παρακάτω, όπου αναπαρίστανται οι υπόλοιπες μειώσεις των τιμών των καυσίμων.

Ας δούμε πρώτα το σχετικό διάγραμμα για μείωση 10% στις τιμές των καυσίμων της ομάδας Α.

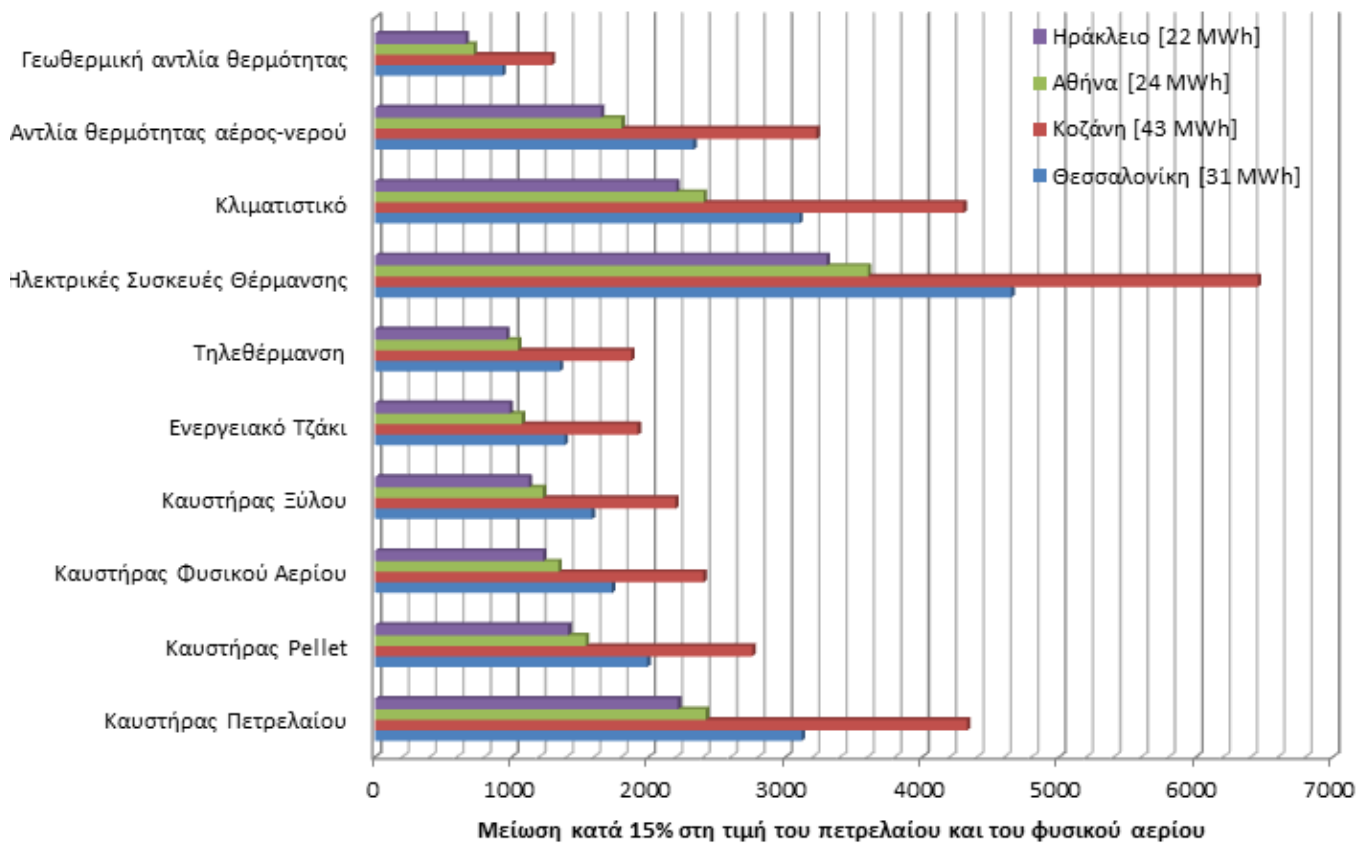


Διάγραμμα 6.3.6 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με μείωση 10% στη τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για μια χειμερινή περίοδο.

Ο λέβητας πετρελαίου εξακολουθεί να είναι το δεύτερο ακριβότερο σύστημα θέρμανσης ως προς τα λειτουργικά του κόστη όμως η διαφορά από τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης έχει αυξηθεί από 500 [€] για την πόλη του Ηρακλείου έως και 1400 [€] για την περιοχή της Κοζάνης. Οι υπόλοιπες πόλεις βρίσκονται κάπου ανάμεσα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι ο λέβητας φυσικού αερίου γίνεται ακόμη οικονομικότερος σε σχέση με την αντλία θερμότητας ως προς την λειτουργία του ενώ σχεδόν έχει αποκτήσει το ίδιο λειτουργικό κόστος με τον καυστήρα pellet, μιας και η διαφορά λειτουργικού κόστους δεν ξεπερνά πλέον τα 100 [€]. Βέβαια παρά την μείωση του 10% εξακολουθεί να είναι πιο ακριβό σύστημα από την τηλεθέρμανση, το ενεργειακό τζάκι τον καυστήρα ξύλου και φυσικά την γεωθερμική αντλία θερμότητας.

Ας δούμε όμως τι θα γίνει στην περίπτωση όπου το κόστος μειωθεί ακόμη περισσότερο και πιο συγκεκριμένα κατά 15%.



Διάγραμμα 6.3.7 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με μείωση 15% στη τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου για μια χειμερινή περίοδο.

Ο λέβητας πετρελαίου γίνεται πλέον ανταγωνιστικός σε σχέση με το κλιματιστικό καθώς έχουν παραπλήσια λειτουργικά κόστη και η διαφορά τους δεν ξεπερνά τα 100 [€].Ο καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή συστήματος ανάμεσα τους γίνεται πλέον το κόστος εγκατάστασης, η ποιότητα θέρμανσης που προσφέρουν τα δύο συστήματα καθώς και τα έξοδα συντήρησης. Ο αμέσως επόμενος ανταγωνιστής του λέβητα πετρελαίου φαίνεται να είναι η αντλία θερμότητας αέρος-νερού η οποία όμως σε περιοχές με μειωμένες ενεργειακές ανάγκες όπως αυτής του Ηρακλείου έχει σχετικά μικρή διαφορά καθώς δεν ξεπερνά τα 600 [€]. Επίσης παρατηρούμε ότι στη πόλη της Θεσσαλονίκης η διαφορά είναι σχετικά μεγάλη καθώς είναι περίπου 30%. Στη περίπτωση της Αθήνας βλέπουμε ότι οι ποσοστιαίες διαφορές ανάμεσα στα συστήματα μπορεί να ξεπερνάνε ποσοστιαία ακόμη και το 50% αλλά εάν εξαιρέσουμε την γεωθερμική αντλία θερμότητας το χρηματικό ποσό για το κόστος λειτουργίας δεν διαφέρει περισσότερο από 1500 [€].

Το φυσικό αέριο μετατρέπεται πλέον σε πολύ καλή επιλογή, ειδικά για τις πόλεις της Αθήνας και του Ηρακλείου καθώς το λειτουργικό του κόστος μειώνεται σε βαθμό που να καθιστά ανταγωνιστικό το συγκεκριμένο σύστημα θέρμανσης με αυτά της τηλεθέρμανσης, του ενεργειακού τζακιού και του ξυλολέβητα. Ωστόσο θα πρέπει να τονίσουμε ότι για τις νότιες πόλεις συγκρίνοντας τα λειτουργικά έξοδα του λέβητα φυσικού αερίου με αυτά της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας βλέπουμε ότι παρ'όλο που διαφέρουν κατά 50% το επιπλέον χρηματικό ποσό που θα πρέπει να πληρώσει ο χρήστης δεν ξεπερνά τα 500 [€].

Εάν επεκτείνουμε την ανάλυση μας σε ένα βάθος 35 χρόνων που όπως είπαμε είναι μια μέση τιμή για τη χρονική διάρκεια χρήσης μιας οικείας,θα πάρουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	142666	135157	197890	187475	110449	104636	101246	95917
Καυστήρας Pellet	69552	69552	96475	96475	53847	53847	49359	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	79107	74943	109728	103953	61243	58020	56140	53185
Καυστήρας Ξύλου	55358	55358	76786	76786	42858	42858	39285	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	48438	61188	61188	37500	37500	34375	34375
Τηλεθέρμανση	47198	47198	65468	65468	36540	36540	33495	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751	126000	126000	115500	115500
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500	84000	84000	77000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875	63000	63000	57750	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150	25200	25200	23100	23100

Πίνακας 6.3.18 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 5 και 10% στα καύσιμα της ομάδας Α.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	127648	177060	98823	90588
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	70780	98178	54797	502230
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	47198	65468	36540	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	225751	126000	115500
Κλιματιστικό	108500	150500	84000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	112875	63000	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	45150	25200	23100

Πίνακας 6.3.19 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 15% στα καύσιμα της ομάδας Α.

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ' αιτίας αυτής της αύξησης στο κόστος λειτουργίας των συστημάτων της ομάδας Α στο σύνολο των 35 χρόνων.



	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	-7509	-15018	-22527	-10416	-20831	-31246
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	-4164	-8327	-12491	-5776	-11551	-17326
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	-5814	-11627	-17440	-5329	-10658	-15987
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	-3224	-6447	-9670	-2955	-5910	-8865

Πίνακας 5.2.2.19 Μεταβολή του κόστους λειτουργίας στα 35 χρόνια μετά την μείωση στο κόστος κατά 5,10,15% στα καύσιμα της ομάδας Α.

Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο όφελος από τις ενδεχόμενες μειώσεις θα το παρουσίαζε ένας λέβητας πετρελαίου ή φυσικού αερίου όταν βρισκόταν στη πόλη της Κοζάνης, λογικό αφού εκεί παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες. Αντίθετως, το ελάχιστο όφελος εμφανίζεται στο Ηράκλειο, την νοτιότερη πόλη της μελέτης όπου έχουμε και τις ελάχιστες ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση. Ενδεικτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι μια μείωση της τάξεως του 5% στο λέβητα πετρελαίου ισοδυναμεί με μια μείωση περίπου 10% στο λέβητα φυσικού αερίου.

Τα ποσά δεν είναι αμελητέα ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τις περιπτώσεις όπου οι μειώσεις μεγιστοποιούνται.

### Περίπτωση 3<sup>η</sup>: Αύξηση τιμών καυσίμων της ομάδας Β κατά 5,10 και 15%

Να θυμίσουμε στον αναγνώστη ότι στην ομάδα Β περιλαμβάνεται ο λέβητας pellet, ο λέβητας ξύλου και το ενεργειακό τζάκι. Κοινό χαρακτηριστικό των τριών συστημάτων είναι ότι έχουν για καύσιμο βιομάζα.

Ξεκινάμε την ανάλυση μας βρίσκοντας την μεταβολή που θα παρουσιάσει το κόστος της μονάδας μέτρησης του κάθε συστήματος.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Μεταβολή +5%	Μεταβολή +10%	Μεταβολή +15%
Καυστήρας Pellet	0.3	0.315	0.33	0.345
Καυστήρας Ξύλου	0.15	0.1575	0.165	0.1725
Ενεργειακό Τζάκι	0.15	0.1575	0.165	0.1725

Πίνακας 6.3.21 Τιμές ανα μονάδα μέτρησης για το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο μετά την αύξηση τους κατά 5%

Το ζητούμενο κόστος που είναι το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα πλέον διαμορφώνεται στις παρακάτω τιμές:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου			Κόστος ανά KWh		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Καυστήρας Pellet	0.315	0.33	0.345	0.067308	0.070513	0.073718
Καυστήρας Ξύλου	0.1575	0.165	0.1725	0.053571	0.056122	0.058673
Ενεργειακό Τζάκι	0.1575	0.165	0.1725	0.046875	0.049107	0.051339

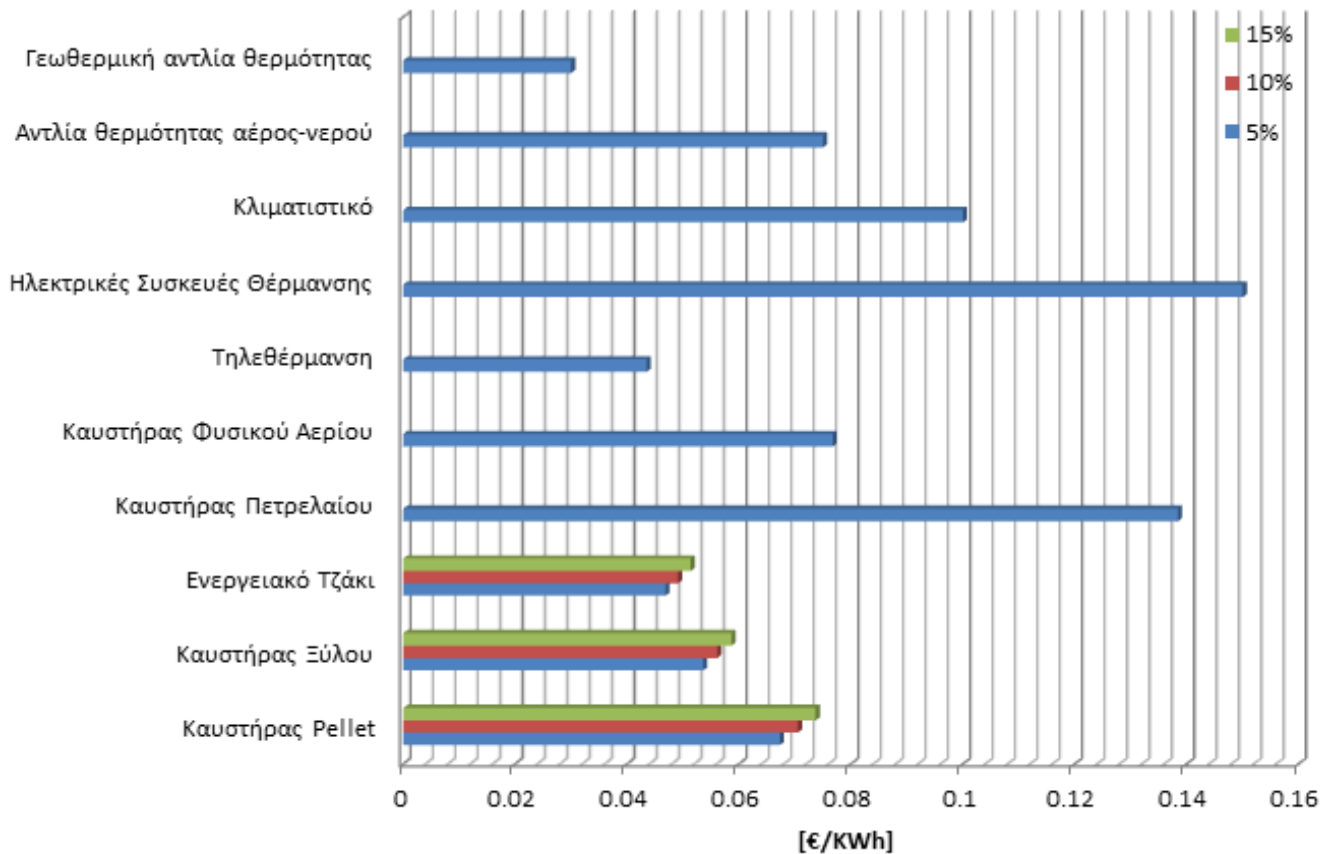
Πίνακας 6.3.22 Κόστος παραγωγής κιλοβατώρας μετά την ανατίμηση στις τιμές πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Στη συνέχεια προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί καλύτερα την διαφορά κόστους που προκλήθηκε στο καυστήρα pellet, καυστήρα ξύλου και στο ενεργειακό τζάκι συγκριτικά με τα υπόλοιπα καύσιμα παρακάτω παρουσιάζονται δύο διαγράμματα τα οποία έχουν σκοπό να δείξουν αναλυτικότερα πόσο λιγότερο ή περισσότερο κοστίζει το κάθε καύσιμο. Αρχικά η σύγκριση γίνεται ως προς το πετρέλαιο ενώ στη συνέχεια γίνεται ως προς το φυσικό αέριο. Να θυμίσουμε ότι το κόστος στα υπόλοιπα καύσιμα παραμένει σταθερό και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

Πίνακας 6.3.23 Κόστος καυσίμων ανα μονάδα μέτρησεις εκτός αυτών που μελετώνται

Το νέο κόστος που προκύπτει για κάθε κιλοβάτώρα που παράγεται φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα όπου γίνεται σύγκριση με όλα τα συστήματα θέρμανσης.



Διάγραμμα 6.3.8 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας του καυστήρα pellet, του καυστήρα ξύλου και ενεργειακού τζακιού

Στο διάγραμμα τα υπο μελέτη συστήματα έχουν τρεις μπάρες καθώς οι τιμές τους μεταβάλλονται ενώ τα υπόλοιπα συστήματα έχουν μια μπάρα καθώς η τιμή τους παραμένει σταθερή.

Εφόσον έχουμε υπολογίσει το νέο κόστος που προκύπτει για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται μπορούμε να περάσουμε στο επόμενο στάδιο ανάλυσης όπου θα δούμε το νέο συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο που προκύπτει από την αύξηση των τιμών κατά 5,10 και 15% στα συγκεκριμένα συστήματα θέρμανσης.

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31MWh)[€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Καυστήρας Pellet	2087	2186	2286	2895	3033	3170
Καυστήρας Ξύλου	1661	1740	1819	2304	2414	2523
Ενεργειακό Τζάκι	1454	1523	1592	2016	2112	2208
	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Καυστήρας Pellet	1616	1693	1770	1481	1552	1622
Καυστήρας Ξύλου	1286	1347	1409	1179	1235	1291
Ενεργειακό Τζάκι	1125	1179	1233	1032	1081	1130

Πίνακας 6.3.24 Μεταβολή του συνολικό κόστους για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των αυξήσεων στις τιμές του Pellet και του ξύλου.

Εφόσον έχουμε υπολογίσει τις διακυμάνσεις του συνολικού κόστους για μια χειμερινή περίοδο πλέον είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε τον επόμενο πίνακα όπου αναπαρίσταται το συνολικό κόστος λειτουργίας όχι μόνο των υπο μελέτη καυσίμων αλλά και των υπόλοιπων.

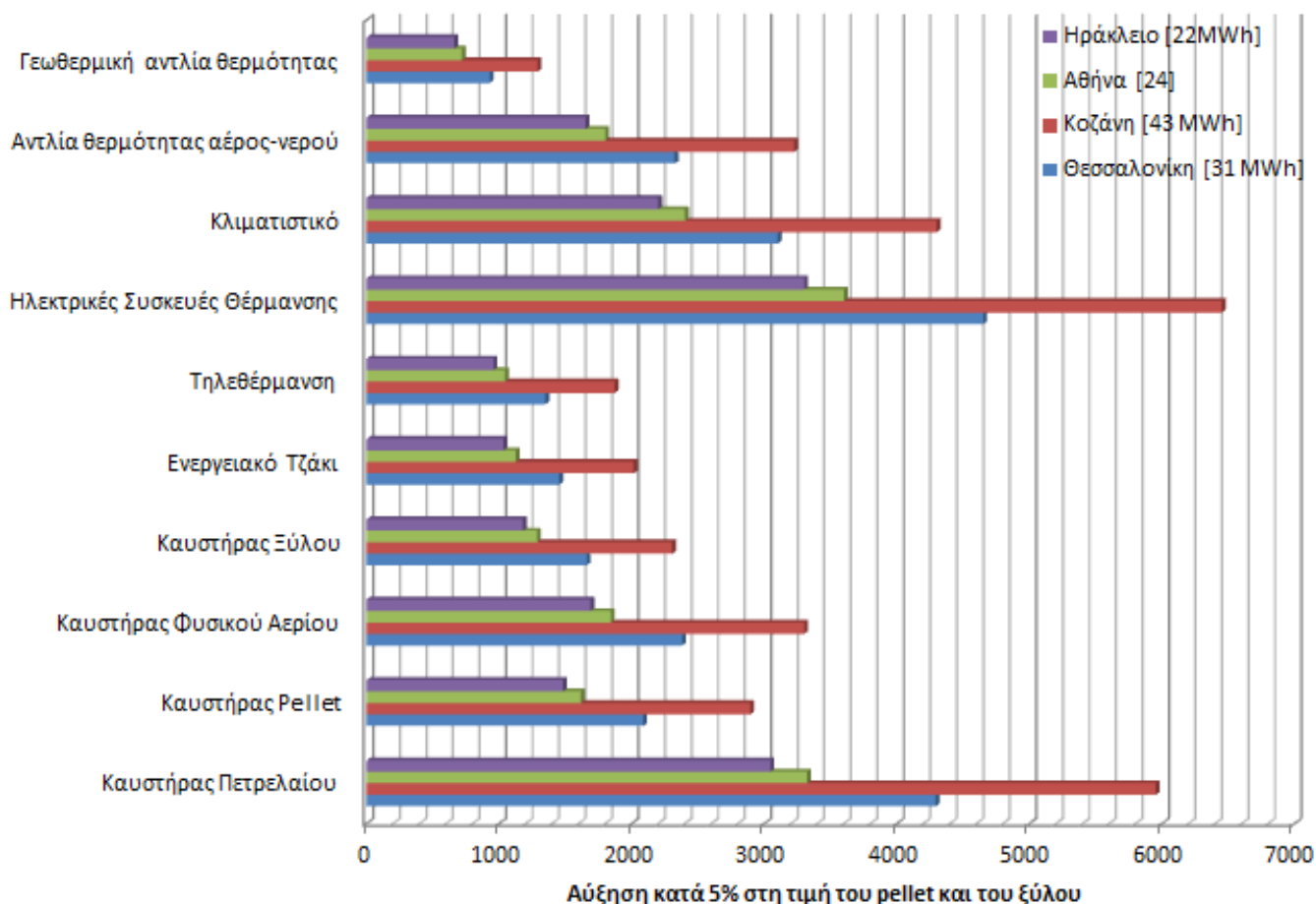
Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	4291	4291	5952	5952	5952
Καυστήρας Pellet	2087	2186	2286	2895	3033	3170
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	2380	2380	3300	3300	3300
Καυστήρας Ξύλου	1661	1740	1819	2304	2414	2523
Ενεργειακό Τζάκι	1454	1523	1592	2016	2112	2208
Τηλεθέρμανση	1349	1349	1349	1871	1871	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	4650	4650	6450	6450	6450
Κλιματιστικό	3100	3100	3100	4300	4300	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	2325	2325	3225	3225	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	930	930	1290	1290	1290

Πίνακας 6.3.25 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο για τις πόλεις της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο( 22 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3322	3322	3045	3045	3045
Καυστήρας Pellet	1616	1693	1770	1481	1552	1622
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1842	1842	1689	1689	1689
Καυστήρας Ξύλου	1286	1347	1409	1179	1235	1291
Ενεργειακό Τζάκι	1125	1179	1233	1032	1081	1130
Τηλεθέρμανση	1044	1044	1044	957	957	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3600	3600	3300	3300	3300
Κλιματιστικό	2400	2400	2400	2200	2200	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1800	1800	1650	1650	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	720	720	660	660	660

Πίνακας 6.3.26 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο για τις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου

Στη συνέχεια προκύπτει η αναπαράσταση του συνολικού κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις που προκύπτουν ανάλογα με την ανατίμηση που έχουμε κάθε φορά. Αρχικά θα ξεκινήσουμε με την αύξηση της τάξεως του 5%, στη συνέχεια θα μελετήσουμε την επίδραση της αύξησης της τάξεως του 10% και θα καταλήξουμε στην πιο ακραία περίπτωση όπου η αύξηση θα φτάσει το 15%. Σκοπός της αναπαράστασης είναι να δούμε την επίδραση της διακύμανσης όχι μόνο στο κάθε σύστημα θέρμανσης μεμονωμένα αλλά και η αλληλεπίδραση που προκαλείται ανάμεσα στα συστήματα που μελετώνται και τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης. Αρχικά όπως ήδη αναφέραμε θα ξεκινήσουμε με την μικρότερη αύξηση που ισούται με 5%. Προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



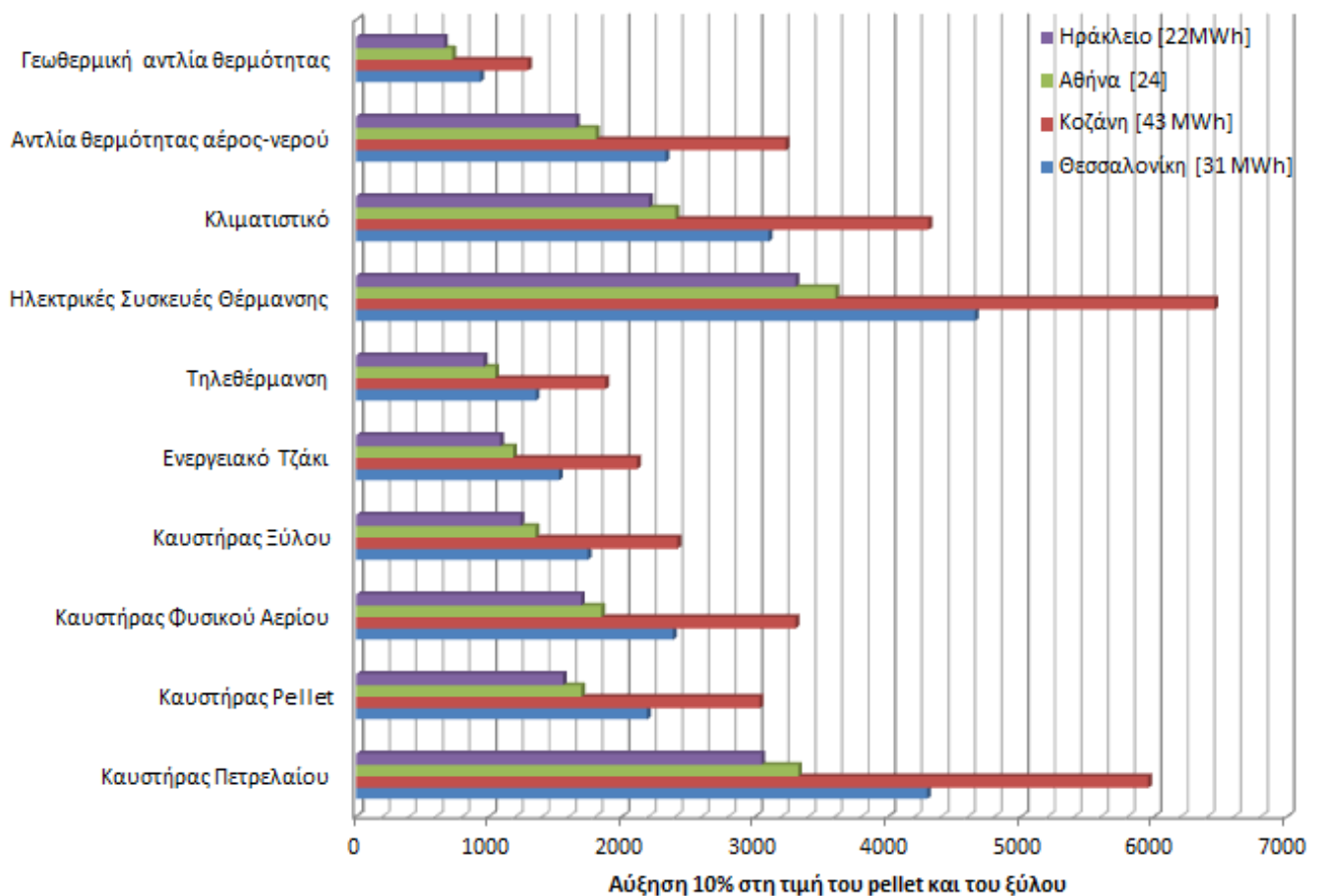
Διάγραμμα 6.3.9 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 5% στη τιμή του pellet και του ξύλου

Όπως βλέπουμε από το διάγραμμα οι μείωση έχει σαν αποτέλεσμα ο καυστήρας pellet να αποκτάει ανταγωνιστικότερη θέση έναντι του καυστήρα φυσικού αερίου καθώς το κόστος λειτουργίας του γίνεται ακόμη χαμηλότερο διαμορφώνοντας έτσι την διαφορά ανάμεσα στα λειτουργικά τους κόστη στα 400 [€]. Το ίδιο ισχύει και για την αντλία θερμότητας αέρος-νερού της οποίας το λειτουργικό κόστος βρίσκεται κάπου ανάμεσα στο καυστήρα pellet και στο καυστήρα φυσικού αερίου.

Ο καυστήρας ξύλου και το ενεργειακό τζάκι φαίνεται να είναι αρκετά οικονομικές λύσεις καθώς παίρνουν πλέον από τις χαμηλότερες κατατάξεις ως προς το λειτουργικό τους κόστος. Ειδικά στη περίπτωση του ενεργειακού τζακιού η διαφορά λειτουργικού κόστους σε σχέση με την τηλεθέρμανση δεν ξεπερνά τα 200 [€]. Επίσης η διαφορά πρέπει να αναφέρουμε ότι η διαφορά ανάμεσα στο καυστήρα pellet και στο καυστήρα ξύλου δεν ξεπερνά τα 300 [€].

Ως προς τις πόλεις παρατηρούμε ότι από την μεταβολή της τιμής επηρεάζεται περισσότερο η πόλη της Κοζάνης ενώ λιγότερο η πόλη του Ηρακλείου. Το πόσο έντονη είναι η επιρροή σε κάθε πόλη εξαρτάται όπως έχουμε αναφέρει από τις ενεργειακές της απαιτήσεις.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να περάσουμε στην επόμενη περίπτωση όπου έχουμε μια μεγαλύτερη αύξηση της τάξεως του 10%.



Διάγραμμα 6.3.10 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 10% στις τιμές του ξύλου και του pellet

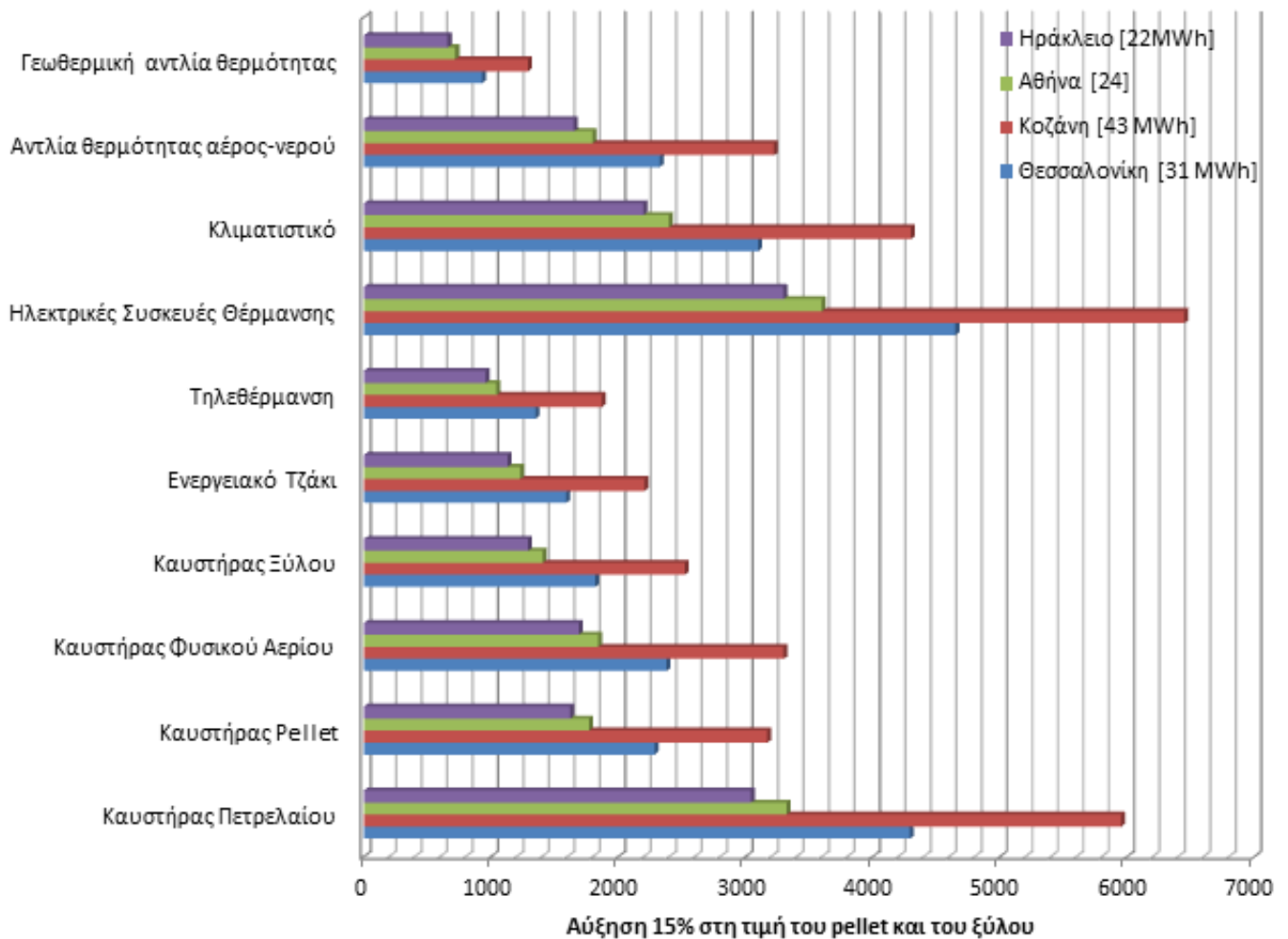
Η διαφορά του λειτουργικού κόστους των υπο μελέτη συστημάτων μπορεί να έχει αυξηθεί αλλά όπως βλέπουμε είναι ακόμη πολύ φθηνότερα από τα συστήματα του πετρελαίου και των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης.

Παρατηρούμε ότι ο καυστήρας pellet έχει μειώσει στα περίπου 300 [€] το λειτουργικό του κόστος για το σύνολο της χειμερινής περιόδου σε σχέση με τον καυστήρα φυσικού αερίου και της αντλίας θερμότητας αέρος-νερού, αλλά παρ'όλα αυτά εξακολουθεί να έχει χαμηλότερο λειτουργικό κόστος και από τα δύο συστήματα.

Η αύξηση της τιμής των συγκεκριμένων καυσίμων φαίνεται να ευνοεί την τηλεθέρμανση και την γεωθερμική αντλία θερμότητας. Πιο συγκεκριμένα, αν πάρουμε για παράδειγμα την περιοχή της Θεσσαλονίκης βλέπουμε ότι η διαφορά λειτουργικού κόστους ανάμεσα στο ενεργειακό τζάκι και την γεωθερμική αντλία θερμότητας ανέρχεται στα 600 [€] το οποίο σαν ποσό μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Βέβαια καλό θα ήταν να αναλογιστεί κανείς ότι αντιστοιχεί στο 60% του συνολικού κόστους της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.

Συγκρίνοντας στην πόλη της Κοζάνης την τηλεθέρμανση με τον καυστήρα pellet βλέπουμε ότι η διαφορά φτάνει τα 1100 [€] ποσό ιδιαίτερα μεγάλο. Όπως καταλαβαίνουμε λοιπόν η πιθανή αύξηση φέρνει σε ακόμη λιγότερο ανταγωνιστική θέση τα συστήματά μας σε σχέση με την τηλεθέρμανση και την γεωθερμική αντλία θερμότητας αλλά παρ'όλα αυτά το λειτουργικό τους κόστος εξακολουθεί να αποτελεί μια μέση λύση συγκριτικά με όλα τα συστήματα. Οριακή τιμή φαίνεται να πλησιάζουμε στο καυστήρα pellet όπου είμαστε πολύ κοντά στην περιοχή λειτουργικού κόστους του καυστήρα φυσικού αερίου και της αντλίας θερμότητας αέρος-νερού.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την περίπτωση όπου η τιμή στα καύσιμα της ομάδας Β αυξάνεται κατά 15%. Το διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω.



Διάγραμμα 6.3.11 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με αύξηση 15% στη τιμή του pellet και του ξύλου για μια χειμερινή περίοδο

Η κατάταξη των συστημάτων παρατηρούμε ότι δεν αλλάζει. Αναλυτικότερα τα συστήματα θέρμανσης της ομάδας Β γίνονται ακόμη λιγότερο ανταγωνιστικά σε σχέση με την γεωθερμική αντλία θερμότητας και την τηλεθέρμανση, ενώ παράλληλα είναι πιο οικονομικά στη λειτουργία τους από τα συστήματα της αντλίας θερμότητας αέρος-νερού και του καυστήρα φυσικού αερίου. Βέβαια η πλεονεκτική θέση σε σχέση με τα συστήματα θέρμανσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως φαίνεται να ελαχιστοποιείται στη περίπτωση του καυστήρα pellet, όπου η διαφορά στο λειτουργικό κόστος δεν ξεπερνά τα 200 [€] για μια ολόκληρη χειμερινή περίοδο.

Αφού κάναμε την οικονομική ανάλυση του λειτουργικού κόστους σε ετήσια βάση στη συνέχεια θα επεκτείνουμε την ανάλυση μας στο χρονικό διάστημα των 35 χρόνων.



<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	150174	208305	208305	116262	116262	106574	106574
Καυστήρας Pellet	73030	76508	101299	106123	56540	59232	51827	54295
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	83270	115503	115503	64466	64466	59094	59094
Καυστήρας Ξύλου	58126	60894	80626	84465	45001	47144	41250	43214
Ενεργειακό Τζάκι	50860	53282	64248	67307	39375	41250	36094	37813
Τηλεθέρμανση	47198	47198	65468	65468	36540	36540	33495	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751	126000	126000	115500	115500
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500	84000	84000	77000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875	63000	63000	57750	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150	25200	25200	23100	23100

Πίνακας 6.3.27 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 5 και 10% στα καύσιμα της ομάδας Β.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	79985	110947	61925	56763
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	63662	88304	49287	45178
Ενεργειακό Τζάκι	55704	70367	43125	39532
Τηλεθέρμανση	47198	65468	36540	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	225751	126000	115500
Κλιματιστικό	108500	150500	84000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	112875	63000	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	45150	25200	23100

Πίνακας 6.3.28 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 15% στα καύσιμα της ομάδας Β.

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ'αίτιας αυτής της αύξησης στο κόστος λειτουργίας των συστημάτων της ομάδας Β στο σύνολο των 35 χρόνων.

	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Pellet	3478	6955	10433	4824	9648	14471
Καυστήρας Ξύλου	2768	5535	8304	3840	7679	11518
Ενεργειακό Τζάκι	2422	4844	7266	3060	6119	9179
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Pellet	2693	5385	8078	2468	4936	7404
Καυστήρας Ξύλου	2143	4286	6429	1965	3929	5893
Ενεργειακό Τζάκι	1875	3750	5625	1719	3438	5157

Πίνακας 6.3.29 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 15% στα καύσιμα της ομάδας Β.

Τα ποσά που προκύπτουν στο σύνολο των 35 χρόνων είναι στη πλειοψηφία τους σχετικά μικρά αν αναλογιστούμε ότι το χρονικό διάστημα που μελετάμε είναι 35 χρόνια. Ο λόγος είναι ότι τα συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με καύσιμα της ομάδας Β έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος. Βέβαια, σε μια πιθανή αύξηση όπως βλέπουμε από τον πίνακα οι λιγότερο ευνοϊκές πόλεις είναι αυτές με τις μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες δηλαδή της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης. Σε αυτές τις πόλεις η αύξηση των τιμών των καυσίμων της ομάδας Β έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση κατά αρκετές χιλιάδες ευρώ του συνολικού λειτουργικού κόστους.

#### Περίπτωση 4<sup>η</sup> : Μείωση των τιμών των καυσίμων της ομάδας Β κατά 5,10 και 15%

Έστω ότι οι φορείς παροχής των καυσίμων της ομάδας Α αποφασίζουν να μειώσουν την τιμή στα συγκεκριμένα καύσιμα. Θα εξεταστούν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου έχουμε μείωση της τιμής κατά 5,10 και 15%. Από πίνακα 5.2.1.4 θα πάρουμε τις παρακάτω τιμές.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Μεταβολή -5%	Μεταβολή -10%	Μεταβολή -15%
Καυστήρας Pellet	0.3	0.285	0.27	0.255
Καυστήρας Ξύλου	0.15	0.1425	0.135	0.1275
Ενεργειακό Τζάκι	0.15	0.1425	0.135	0.1275

Πίνακας 6.3.30 Τιμές ανα μονάδα μέτρησης για το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο μετά την μείωση τους

Το ζητούμενο κόστος που είναι το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα πλέον διαμορφώνεται στις παρακάτω τιμές:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου			Κόστος ανά KWh		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Pellet	0.285	0.27	0.255	0.060897	0.057692	0.054487
Καυστήρας Ξύλου	0.1425	0.135	0.1275	0.048469	0.045918	0.043367
Ενεργειακό Τζάκι	0.1425	0.135	0.1275	0.042411	0.040179	0.037946

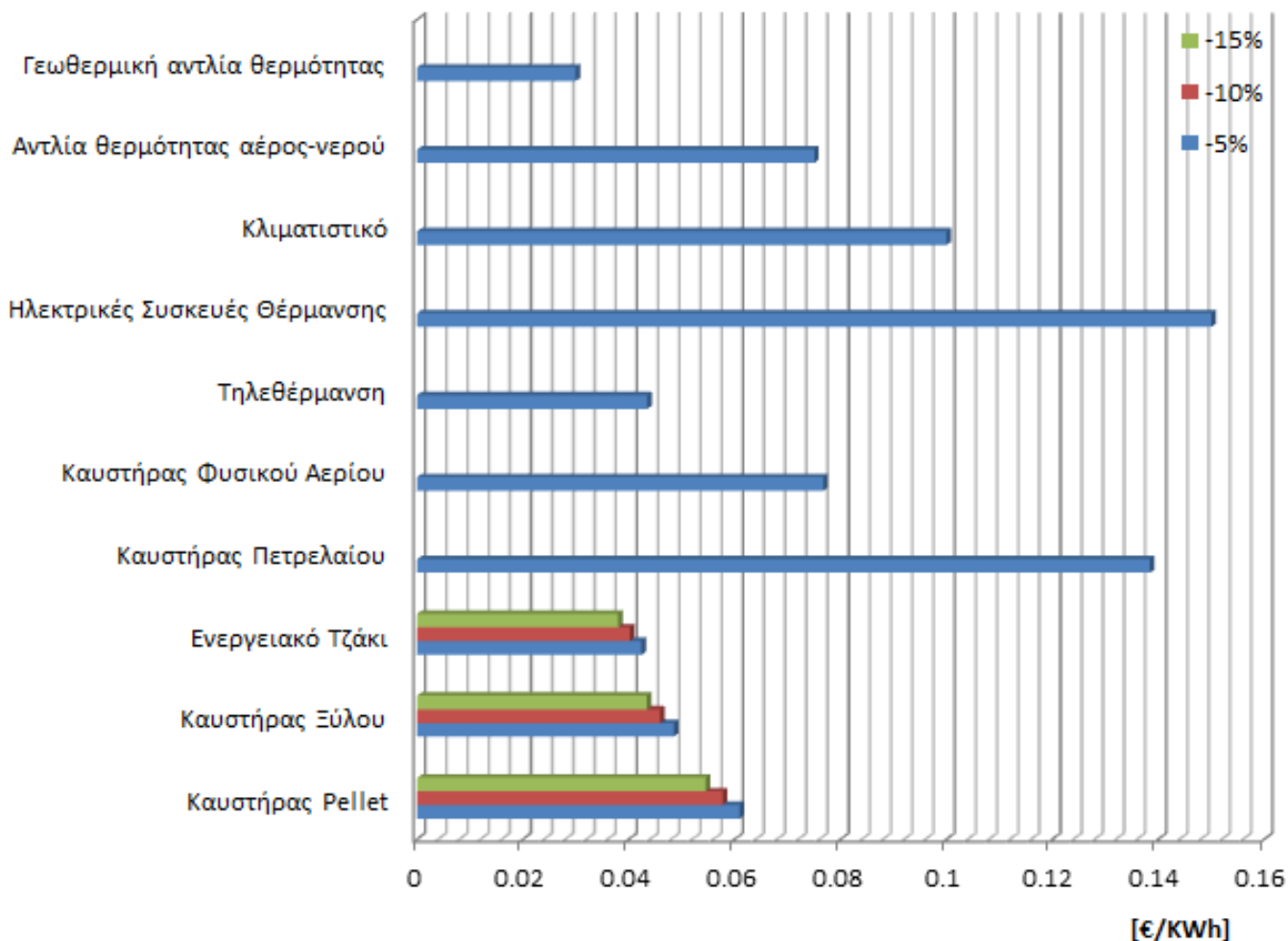
Πίνακας 6.3.31 Κόστος παραγωγής κιλοβατώρας μετά την μείωση της τιμής των καυσίμων της ομάδας Β κατά 5,10 και 15% αντίστοιχα.

Στη συνέχεια υπολογίζεται το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα το οποίο μας δίνει μια καλύτερη εικόνα για την οικονομική ανάλυση που κάνουμε καθώς εμπεριέχει μέσα του και τον πραγματικό βαθμό απόδοσης του κάθε συστήματος. Ας θυμηθούμε όμως πρώτα τα κόστη ανα παραγόμενη κιλοβατώρα για τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

Πίνακας 6.3.32 Τιμές καυσίμων για τις ομάδες Α,Γ και Δ

Έχοντας λοιπόν συγκεντρώσει τα νέα αποτελέσματα που προκύπτουν για τα λειτουργικά κόστη των διάφορων συστημάτων μπορούμε να δημιουργήσουμε το παρακάτω διάγραμμα που μας δίνει μια καλύτερη εικόνα για το κόστος του κάθε συστήματος θέρμανσης σε σχέση με την κάθε κιλοβατώρα που παράγει.



Διάγραμμα 6.3.12 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας του ενεργειακού τζακιού, του καυστήρα ξύλου και του καυστήρα pellet συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης.

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα να σημειώσουμε ότι τα υπο μελέτη συστήματα έχουν τρεις μπάρες καθώς το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα μεταβάλλεται ενώ τα υπόλοιπα έχουν μια γιατί το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα παραμένει σταθερό.

Παρατηρώντας το διάγραμμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα τρία συστήματα που μελετώνται γίνονται ακόμη πιο ανταγωνιστικά καθώς όπως ήταν αναμενόμενο το κόστος για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται μειώνεται ακόμη περισσότερο, ιδιαίτερα όμως στη περίπτωση του ενεργειακού τζακιού παρατηρούμε ότι το κόστος όταν η μείωση είναι της τάξεως του 10 και 15% οδηγεί σε χαμηλότερο κόστος από εκείνο της τηλεθέρμανσης. Μπορεί να μην συμβαίνει το ίδιο για το καυστήρα ξύλου και τον λέβητα pellet όμως παρ'όλα αυτά τα κόστη των συγκεκριμένων συστημάτων δεν έχουν μεγάλη απόκλιση από εκείνο της τηλεθέρμανσης.

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Pellet	1888	1789	1689	2619	2481	2343
Καυστήρας Ξύλου	1502	1423	1344	2084	1974	1864
Ενεργειακό Τζάκι	1314	1245	1176	1823	1727	1631

Πίνακας 6.3.33 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των μειώσεων στη τιμή της βιομάζας για τις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Pellet	1462	1385	1308	1340	1269	1199
Καυστήρας Ξύλου	1163	1102	1041	1066	1010	954
Ενεργειακό Τζάκι	1018	964	911	933	884	835

Πίνακας 6.4.34 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των μειώσεων στη τιμή της βιομάζας για τις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου

Παρακάτω συγκεντρώνονται όλα τα αποτελέσματα για όλα τα λειτουργικά κόστη όλων των συστημάτων και για κάθε πόλη ξεχωριστά. Ο διαχωρισμός των αποτελεσμάτων σε δύο πίνακες έγινε προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο ευδιάκριτα στον αναγνώστη.

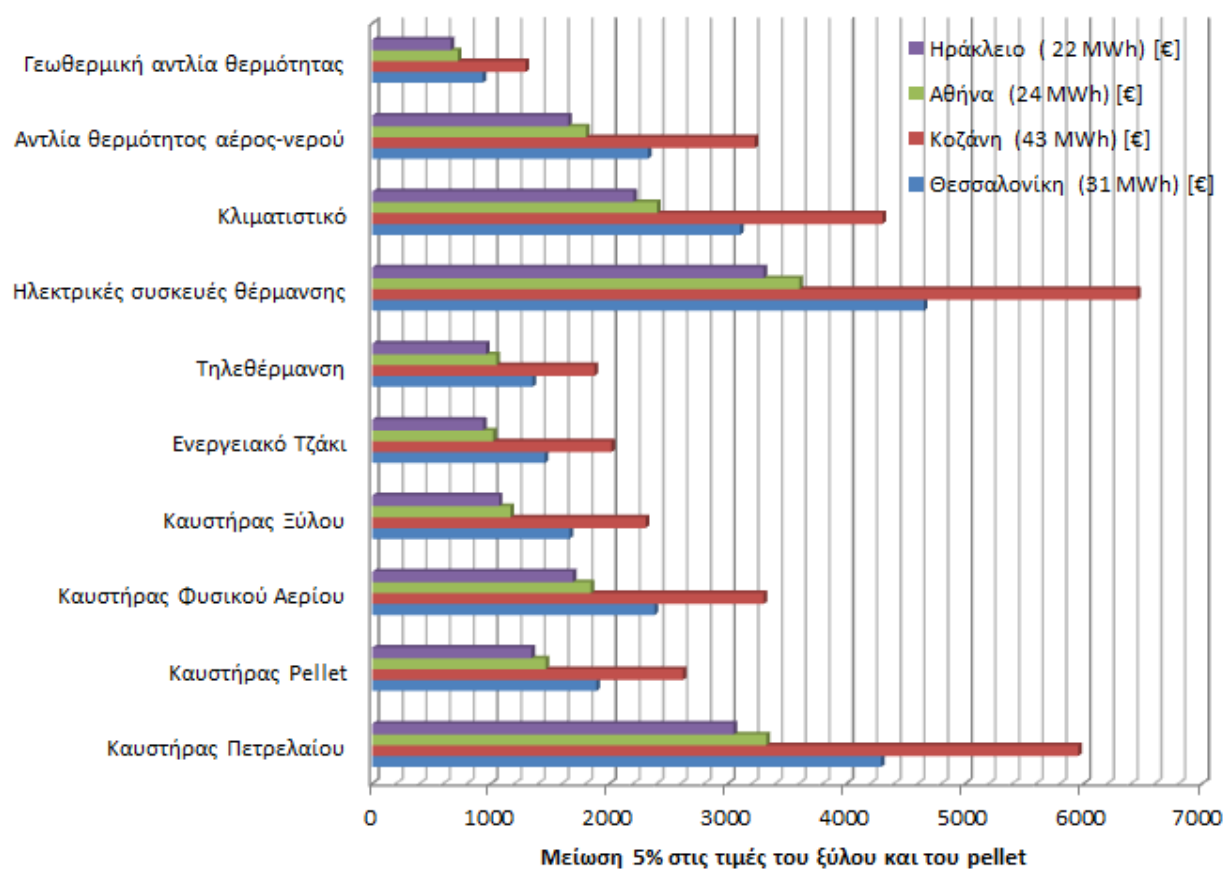
Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	4291	4291	5952	5952	5952
Καυστήρας Pellet	1888	1789	1689	2619	2481	2343
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	2380	2380	3300	3300	3300
Καυστήρας Ξύλου	1502	1423	1344	2084	1974	1864
Ενεργειακό Τζάκι	1314	1245	1176	1823	1727	1631
Τηλεθέρμανση	1349	1349	1349	1871	1871	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	4650	4650	6450	6450	6450
Κλιματιστικό	3100	3100	3100	4300	4300	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	2325	2325	3225	3225	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	930	930	1290	1290	1290

Πίνακας 6.3.35 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης στην περίπτωση που το κόστος του pellet και του ξύλου μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3322	3322	3045	3045	3045
Καυστήρας Pellet	1462	1385	1308	1340	1269	1199
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1842	1842	1689	1689	1689
Καυστήρας Ξύλου	1163	1102	1041	1066	1010	954
Ενεργειακό Τζάκι	1018	964	911	933	884	835
Τηλεθέρμανση	1044	1044	1044	957	957	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3600	3600	3300	3300	3300
Κλιματιστικό	2400	2400	2400	2200	2200	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1800	1800	1650	1650	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	720	720	660	660	660

Πίνακας 6.3.36 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου στην περίπτωση που το κόστος του pellet και του ξύλου μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Αφού λοιπόν συγκεντρώσαμε τα αποτελέσματα μας σε πίνακες μπορούμε να δημιουργήσουμε τα παρακάτω διαγράμματα που σκοπό έχουν την καλύτερη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.

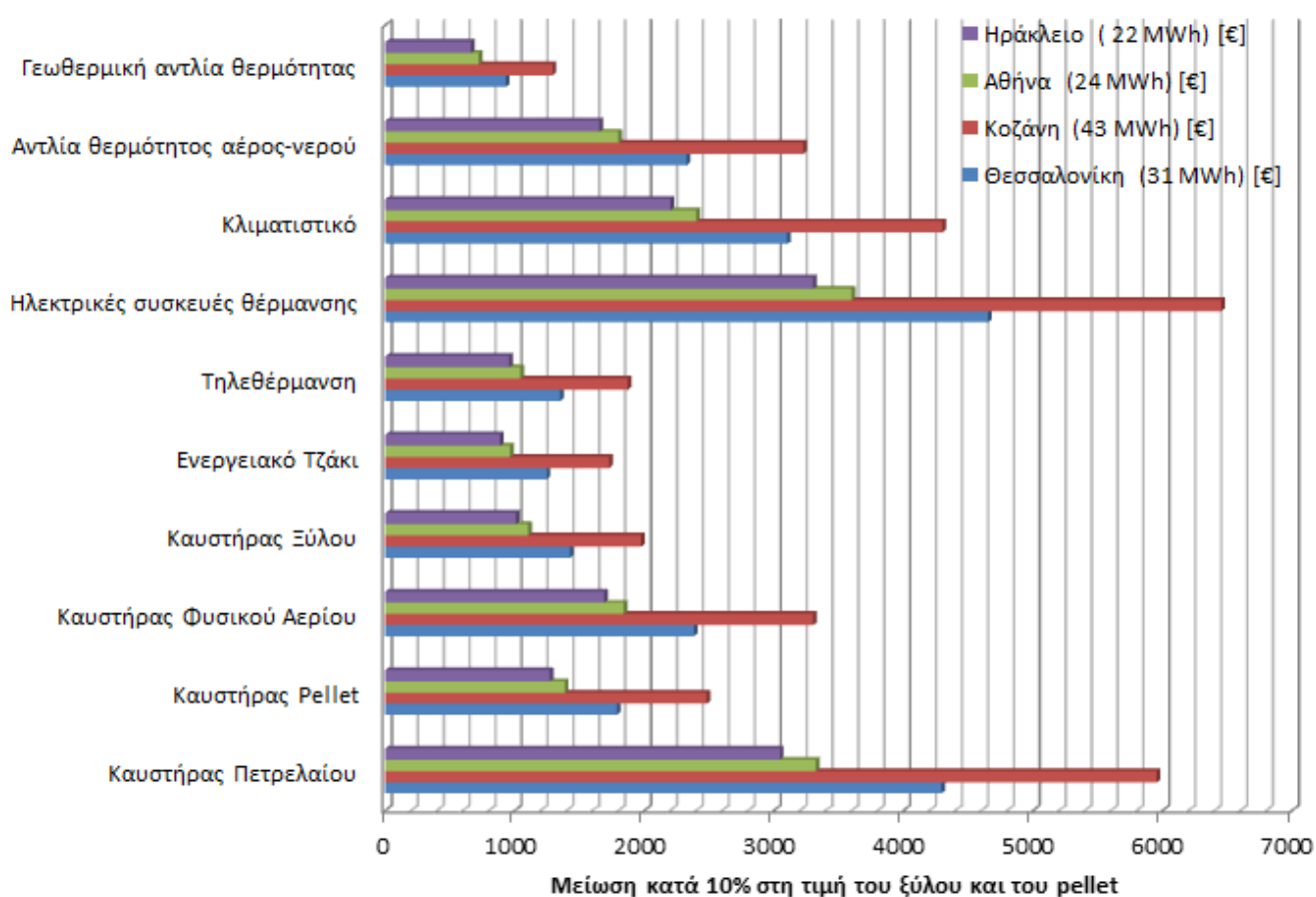


Διάγραμμα 6.3.13 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με μείωση 5% στη τιμή του pellet και του ξύλου για μια χειμερινή περίοδο.

Όπως φαίνεται τα συστήματα του ενεργειακού τζακιού, του καυστήρα ξύλου και του καυστήρα pellet αφήνουν πλέον πίσω τους την αντλία θερμότητας και τον καυστήρα φυσικού αερίου.

Τα συστήματα που μελετάμε φαίνεται να είναι ασύγκριτα πιο φθηνά όσο αφορά την λειτουργία τους με τον καυστήρα πετρελαίου, το κλιματιστικό και τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης. Βέβαια μην ξεχνάμε ότι παραπλήσιο κόστος λειτουργίας φαίνεται να έχει η τηλεθέρμανση ενώ η γεωθερμική αντλία θερμότητας εξακολουθεί να είναι το πιο φθινό σύστημα ως προς το λειτουργικό κόστος.

Ας δούμε τι επίδραση θα είχε όμως μια μείωση των τιμών των καυσίμων της ομάδας Β κατά 10%.

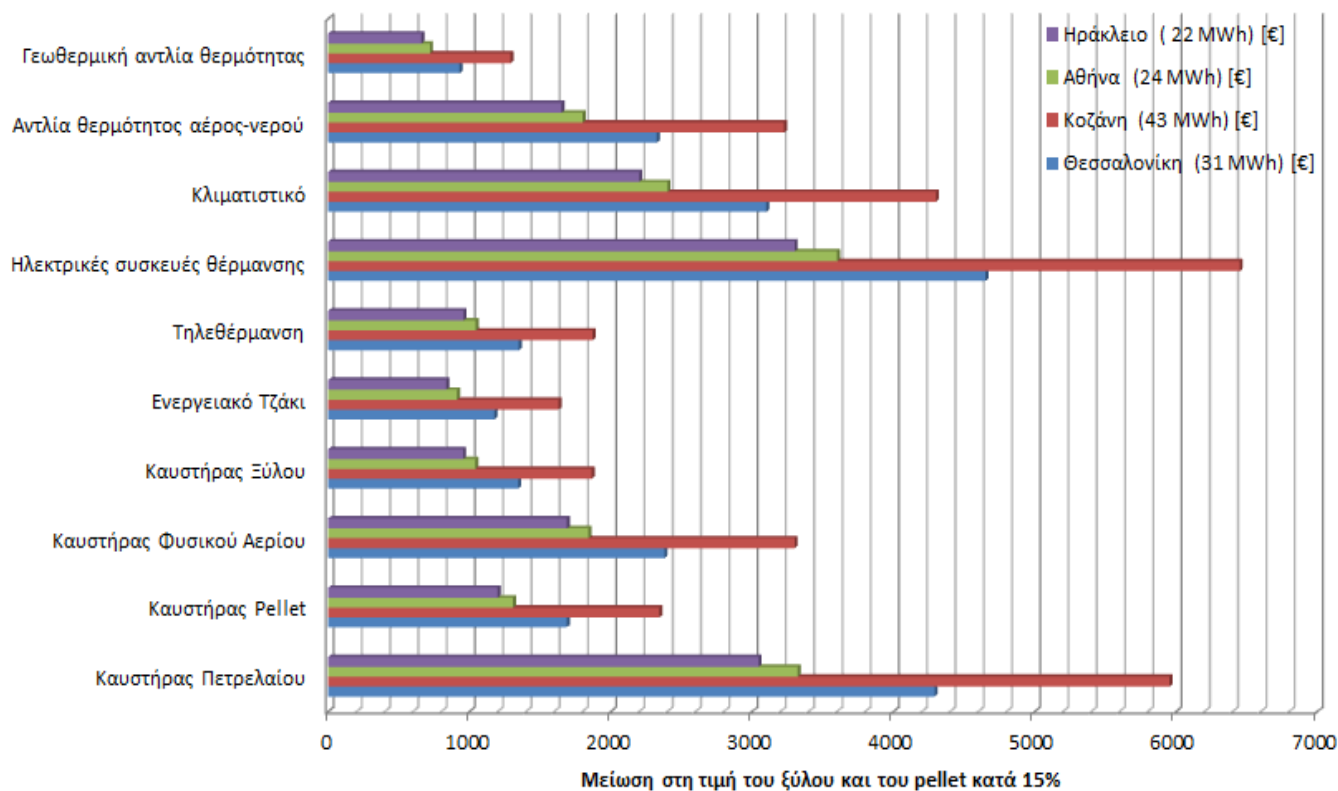


Διάγραμμα 6.3.14 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με μείωση 10% στη τιμή του pellet και του ξύλου για μια χειμερινή περίοδο.

Η κατάταξη ως προς το λειτουργικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο φαίνεται να αλλάζει. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι το ενεργειακό τζάκι γίνεται πλέον το δεύτερο πιο φθινό σύστημα θέρμανσης καθώς τα λειτουργικά του έξοδα είναι λιγότερα και από εκείνα της τηλεθέρμανσης. Ο καυστήρας ξύλου φαίνεται να αποκτά το ίδιο λειτουργικό κόστος με την τηλεθέρμανση ενώ ο καυστήρας pellet συνεχίζει να είναι λίγο πιο ακριβώς από τα συστήματα που αναφέρθηκαν. Ενδεικτικά να πούμε ότι η διαφορά του λειτουργικού κόστους

ανάμεσα στα υπο μελέτη συστήματα και την τηλεθέρμανση,στη πιο ακραία περίπτωση που είναι η πόλη της Κοζάνης δεν ξεπερνά τα 500 [€].

Τέλος εξετάζεται και η μείωση κατά 15% στις τιμές των καυσίμων της ομάδας Β.



Διάγραμμα 6.3.15 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με μείωση 15% στη τιμή του pellet και του ξύλου για μια χειμερινή περίοδο.

Το ενεργειακό τζάκι πλέον κατακτά την δεύτερη θέση ως το δεύτερο πιο φθινό σύστημα θέρμανσης μετά την γεωθερμική αντλία θερμότητας.Ο λέβητας ξύλου αποκτά το ίδιο κόστος με την τηλεθέρμανση ενώ ο καυστήρας pellet έχει μια μέση τιμή λειτουργικού κόστους.

Ας δούμε λοιπόν τα λειτουργικά κόστη που προκύπτουν στο σύνολο των 35 χρόνων.



<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	150174	208305	208305	116262	116262	106574	106574
Καυστήρας Pellet	66074	62596	91651	86827	51154	48462	46891	44423
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	83270	115503	115503	64466	64466	59094	59094
Καυστήρας Ξύλου	52590	49822	72946	69107	40715	38572	37320	35356
Ενεργειακό Τζάκι	46016	43594	58128	55069	35625	33750	32656	30937
Τηλεθέρμανση	47198	47198	65468	65468	36540	36540	33495	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751	126000	126000	115500	115500
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500	84000	84000	77000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875	63000	63000	57750	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150	25200	25200	23100	23100

Πίνακας 6.3.37 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 5 και 10% στα καύσιμα της ομάδας Β.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	59119	82003	45769	41955
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	47054	65268	36429	33392
Ενεργειακό Τζάκι	41172	52009	31875	29218
Τηλεθέρμανση	47198	65468	36540	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	225751	126000	115500
Κλιματιστικό	108500	150500	84000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	112875	63000	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	45150	25200	23100

Πίνακας 6.3.38 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 15% στα καύσιμα της ομάδας Β.

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ' αιτίας αυτής της αύξησης στο κόστος λειτουργίας των συστημάτων της ομάδας Β στο σύνολο των 35 χρόνων.

	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Pellet	-3478	-6955	-10433	-4824	-9648	-14471
Καυστήρας Ξύλου	-2768	-5535	-8304	-3840	-7679	-11518
Ενεργειακό Τζάκι	-2422	-4844	-7266	-3060	-6119	-9179
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Pellet	-2693	-5385	-8078	-2468	-4936	-7404
Καυστήρας Ξύλου	-2143	-4286	-6429	-1965	-3929	-5893
Ενεργειακό Τζάκι	-1875	-3750	-5625	-1719	-3438	-5157

Πίνακας 6.3.39 Μεταβολή του κόστους λειτουργίας στα 35 χρόνια μετά την μείωση στο κόστος κατά 5,10,15% στα καύσιμα της ομάδας Β.

Οι μεταβολές που παρατηρούνται είναι σημαντικές και οι μέγιστες παρατηρούνται στη Κοζάνη ενώ οι ελάχιστες στο Ηράκλειο. Συγκριτικά με τα συστήματα θέρμανσης των οποίων τα καύσιμα ανήκουν στην ομάδα Α οι μεταβολές που παρατηρούνται είναι σαφώς μικρότερες καθώς τα συστήματα θέρμανσης των οποίων τα καύσιμα ανήκουν στην ομάδα Β είναι πιο αποδοτικά και άρα έχουν χαμηλότερο λειτουργικό κόστος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να είναι λιγότερο εκτεθειμένα σε ενδεχόμενες μεταβολές των τιμών των καυσίμων τους. Αυτό βέβαια δεν είναι απαραίτητα καλό, καθώς μια ενδεχόμενη μείωση των τιμών ευνοεί περισσότερο τα ενεργοβόρα συστήματα και όχι τα πιο αποδοτικά, χωρίς αυτό να σημαίνει βέβαια ότι αυξάνει την ενεργειακή τους απόδοση.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να περάσουμε στην επόμενη περίπτωση, όπου εξετάζονται οι μεταβολές που προκαλούνται από την αύξηση και την μείωση στην τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης.

#### Περίπτωση 5<sup>η</sup> : Αύξηση τιμών καυσίμων της ομάδας Γ κατά 5,10 και 15%

Να θυμίσουμε στον αναγνώστη ότι στην ομάδα Γ περιλαμβάνεται μόνο η τηλεθέρμανση. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε ξεχωριστά το σύστημα της τηλεθέρμανσης και δεν εντάχθηκε στην ομάδα Α όπου ως καύσιμο έχουμε υδρογονάνθρακες είναι ότι η τηλεθέρμανση αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση και έχει πολύ συγκεκριμένη εφαρμογή. Με άλλα λόγια δεν πρόκειται για ένα σύστημα ευρείας χρήσης όπως τα συστήματα θέρμανσης που έχουν καύσιμα από την ομάδα Α αλλά στην περίπτωση της Ελλάδας για παράδειγμα χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στο δήμο Κοζάνης.

Επίσης, πρέπει να μην ξεχνάμε ότι εάν ορίσουμε σαν σύστημα το χώρο της οικείας, δεν πραγματοποιείται καμιά καύση, η μοναδική διεργασία που πραγματοποιείται είναι μεταφορά θερμότητας από το ρευστό της τηλεθέρμανσης στο σύστημα θέρμανσης της οικείας μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας. Επομένως μπορούμε να υπολογίσουμε κατευθείαν το κόστος για κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα αφού δεν χρειάζεται να κάνουμε κάποιον υπολογισμό με τον πραγματικό βαθμό απόδοσης του συστήματος.

Θα ξεκινήσουμε την ανάλυση μας βρίσκοντας την μεταβολή που θα παρουσιάσει το κόστος ανα μονάδας μέτρησης του συγκεκριμένου συστήματος

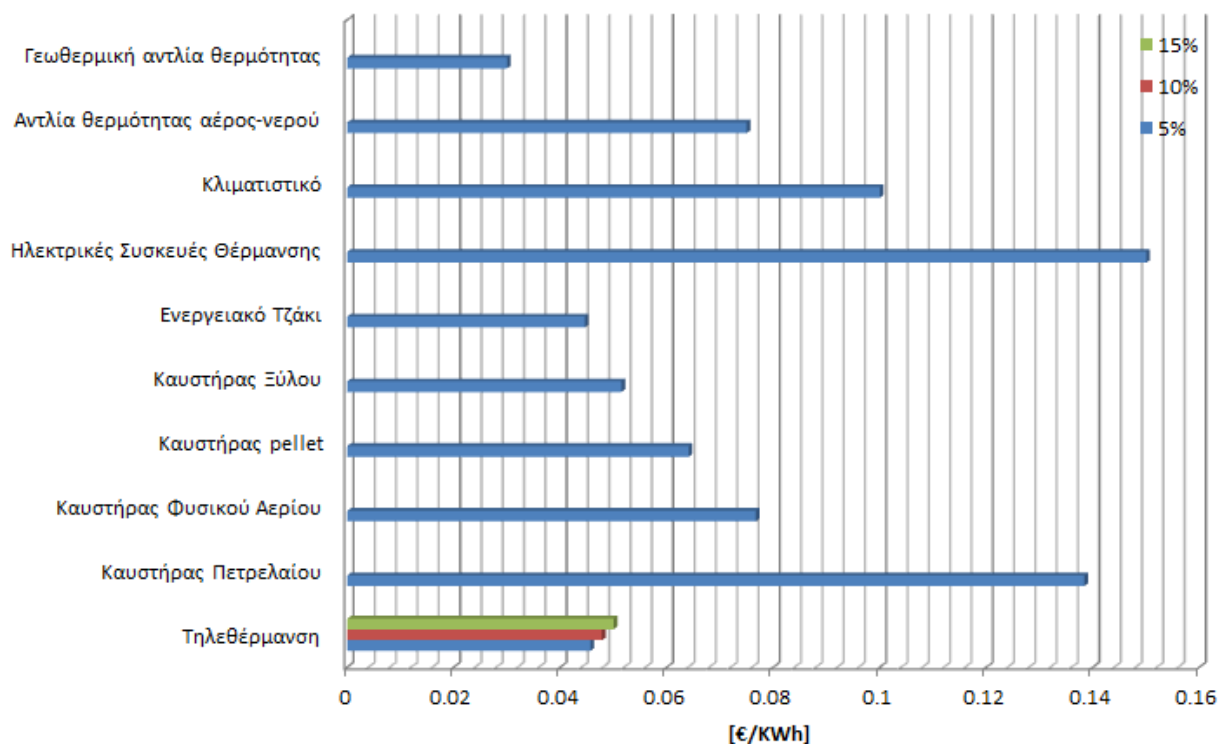
Σύστημα	Κόστος ανα kWh	Μεταβολή +5%	Μεταβολή +10%	Μεταβολή +15%
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.045675	0.04785	0.050025

Πίνακας 6.3.40 Διαφοροποιημένες τιμές παραγόμενης κιλοβατώρας

Στη συνέχεια προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί καλύτερα την διαφορά κόστους που προκλήθηκε στο σύστημα της τηλεθέρμανσης συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα παρακάτω παρουσιάζεται ένα διάγραμμα που δείχνει συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα. Να θυμίσουμε ότι το κόστος στα υπόλοιπα καύσιμα παραμένει σταθερό και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά kWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Καυστήρας pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	4.2	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	4.2	0.0446
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

Πίνακας 6.3.41 Κόστος καυσίμων ανα μονάδα μέτρησης



Διάγραμμα 6.3.16 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας του συστήματος τηλεθέρμανσης για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου το κόστος αυξάνεται κατά 5,10,15%

Το σύστημα της τηλεθέρμανσης έχει τρεις μπάρες καθώς είναι αυτό το οποίο μελετάται. Τα υπόλοιπα συστήματα έχουν μια μπάρα καθώς το κόστος για κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα παραμένει σταθερό και δεν επηρεάζεται από τις μεταβολές που μελετάμε.

Εφόσον έχουμε υπολογίσει το νέο κόστος που προκύπτει για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται μπορούμε να περάσουμε στο επόμενο στάδιο ανάλυσης όπου θα δούμε το νέο συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο που προκύπτει από την αύξηση των τιμών κατά 5,10 και 15% στο σύστημα της τηλεθέρμανσης.

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31MWh)[€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Τηλεθέρμανση	1416	1483	1551	1964	2058	2151
	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο ( 22 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Τηλεθέρμανση	1096	1148	1200	1004	1052	1100

Πίνακας 6.3.42 Μεταβολή του συνολικού κόστους για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των αυξήσεων στις τιμές του καυσίμου της ομάδας Γ.

Εφόσον έχουμε υπολογίσει τις διακυμάνσεις του συνολικού κόστους για μια χειμερινή περίοδο πλέον είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε τον επόμενο πίνακα όπου αναπαρίσταται το συνολικό κόστος λειτουργίας όχι μόνο των υπο μελέτη καυσίμων αλλά και των υπόλοιπων.

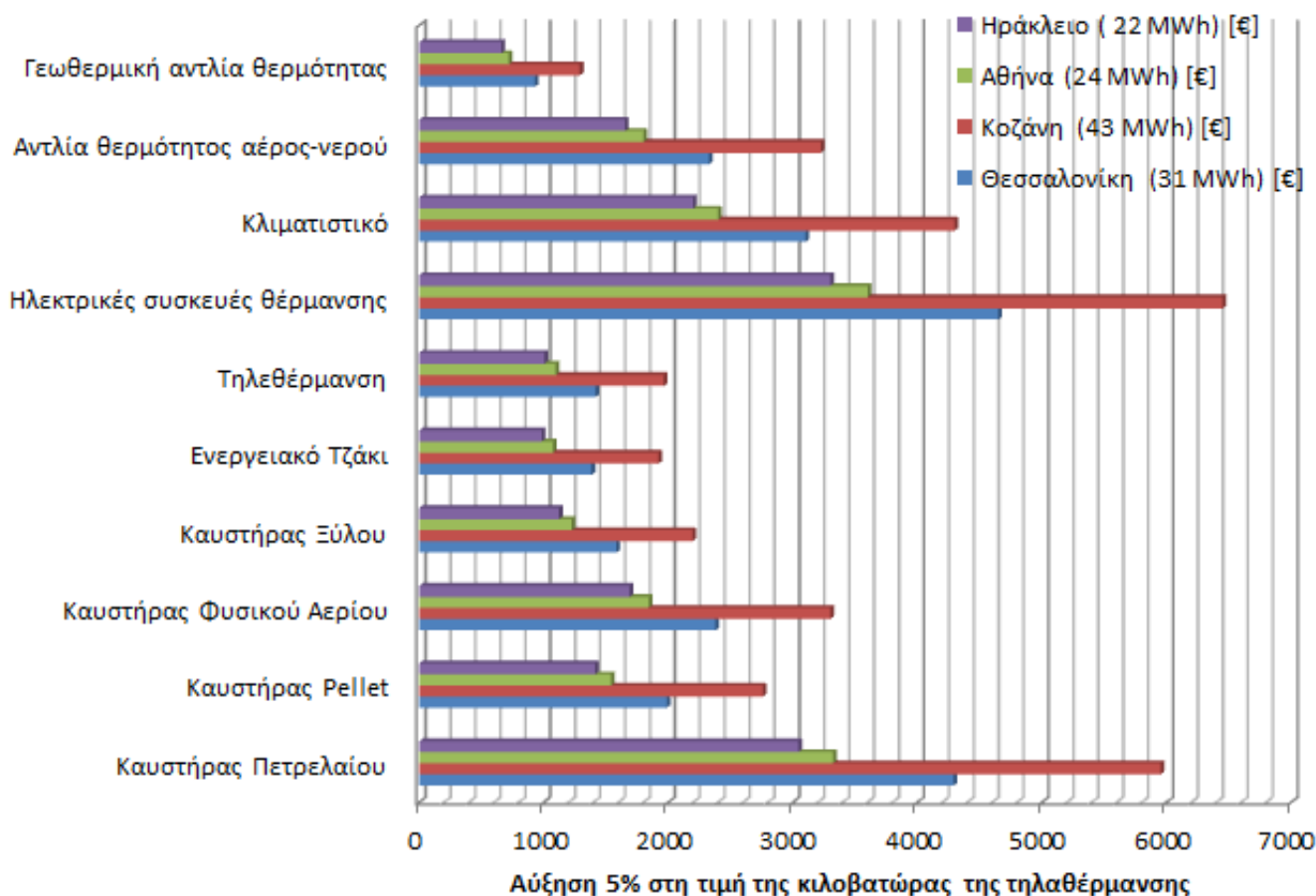
Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	4291	4291	5952	5952	5952
Καυστήρας Pellet	1988	1988	1988	2757	2757	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	2380	2380	3300	3300	3300
Καυστήρας Ξύλου	1582	1582	1582	2194	2194	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1384	1384	1919	1919	1919
Τηλεθέρμανση	1416	1483	1551	1964	2058	2151
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	4650	4650	6450	6450	6450
Κλιματιστικό	3100	3100	3100	4300	4300	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	2325	2325	3225	3225	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	930	930	1290	1290	1290

Πίνακας 6.3.43 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο για τις πόλεις της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης κατόπιν μεταβολών της τιμής του καυσίμου της ομάδας Γ.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3322	3322	3045	3045	3045
Καυστήρας Pellet	1539	1539	1539	1411	1411	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1842	1842	1689	1689	1689
Καυστήρας Ξύλου	1225	1225	1225	1123	1123	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	1072	1072	983	983	983
Τηλεθέρμανση	1096	1148	1200	1004	1052	1100
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3600	3600	3300	3300	3300
Κλιματιστικό	2400	2400	2400	2200	2200	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1800	1800	1650	1650	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	720	720	660	660	660

Πίνακας 6.3.44 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο για τις πόλεις της Αθήνας και του Ηρακλείου κατόπιν μεταβολών της τιμής του καυσίμου της ομάδας Γ.

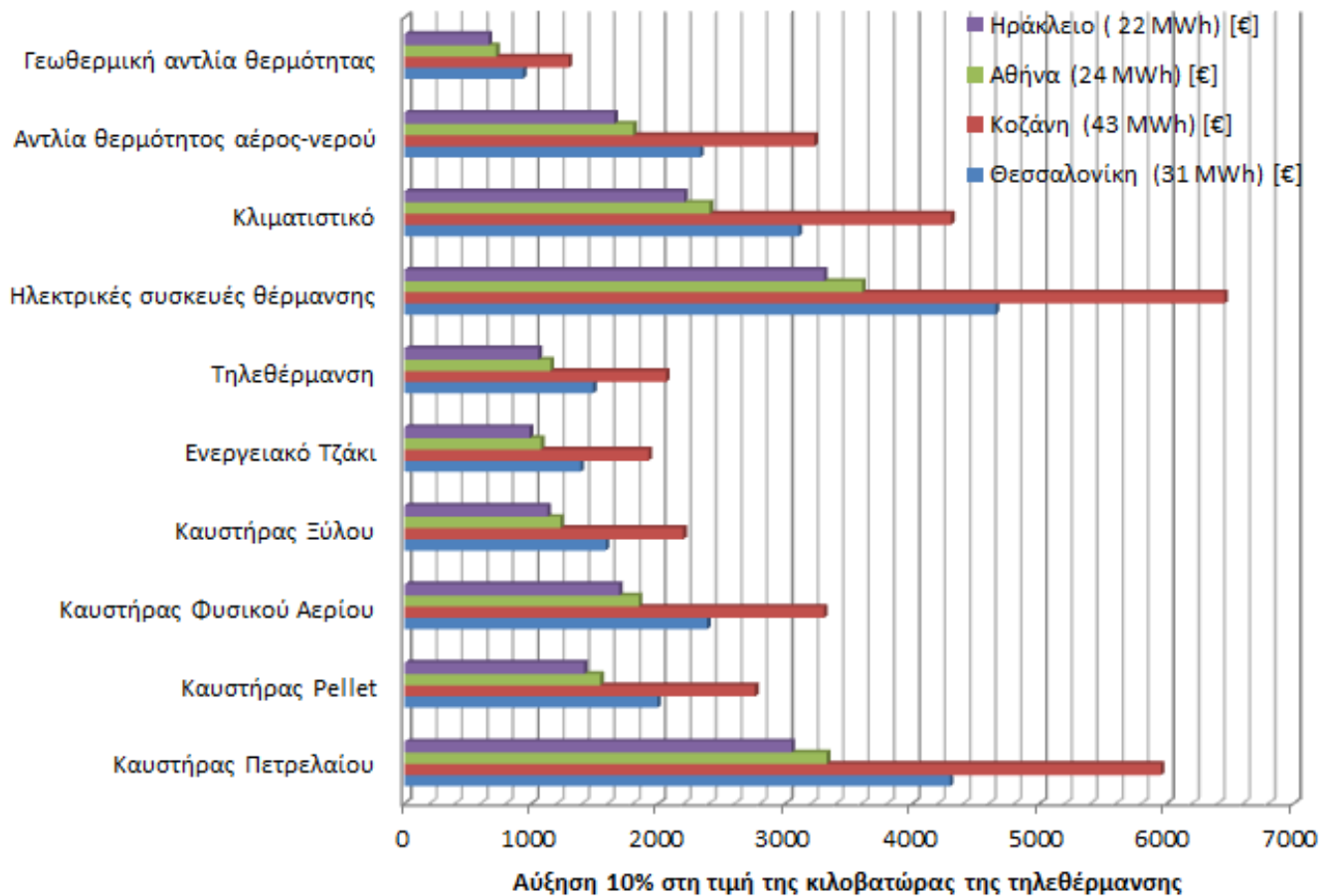
Στη συνέχεια προκύπτει η αναπαράσταση του συνολικού κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις που προκύπτουν ανάλογα με την ανατίμηση που έχουμε κάθε φορά. Αρχικά θα ξεκινήσουμε με την αύξηση της τάξεως του 5%, στη συνέχεια θα μελετήσουμε την επίδραση της αύξησης της τάξεως του 10% και θα καταλήξουμε στην πιο ακραία περίπτωση όπου η αύξηση θα φτάσει το 15%. Σκοπός της αναπαράστασης είναι να δούμε την επίδραση της διακύμανσης όχι μόνο στο κάθε σύστημα θέρμανσης μεμονωμένα αλλά και η αλληλεπίδραση που προκαλείται ανάμεσα στο σύστημα της τηλεθέρμανσης και τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης. Αρχικά όπως ήδη αναφέραμε θα ξεκινήσουμε με την μικρότερη αύξηση που ισούται με 5%. Προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 6.3.17 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 5% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Όπως βλέπουμε η αύξηση αν και μικρή έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ανταγωνιστικότητας της τηλεθέρμανσης σε σχέση με το ενεργειακό τζάκι. Αναλυτικότερα παρατηρούμε ότι το ενεργειακό τζάκι οφελείται και μετατρέπεται στο δεύτερο πιο φθινό σύστημα θέρμανσης μετά την γεωθερμική αντλία θερμότητας. Η διαφορά βέβαια στο λειτουργικό κόστος ανάμεσα στη τηλεθέρμανση και το ενεργειακό τζάκι δεν ξεπερνά τα 100 [€] οποιαδήποτε πόλη και αν εξετάσουμε. Αν εξαιρέσουμε το ενεργειακό τζάκι και την γεωθερμική αντλία θερμότητας η τηλεθέρμανση εξακολουθεί να έχει πλεονεκτική θέση ως προς το λειτουργικό της κόστος συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης.

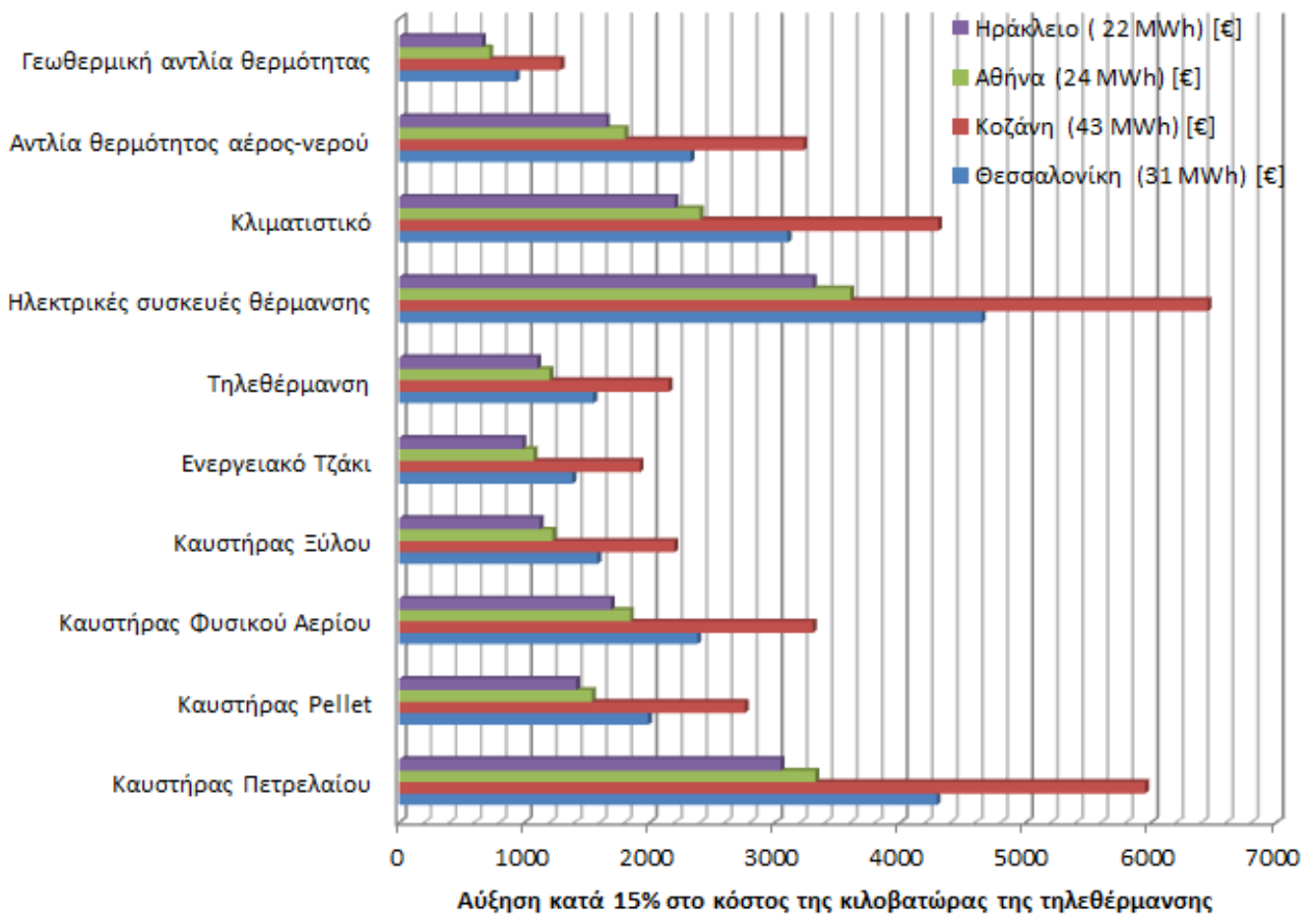
Στο σημείο αυτό μπορούμε να περάσουμε στην επόμενη περίπτωση όπου έχουμε μια μεγαλύτερη αύξηση της τάξεως του 10%.



Διάγραμμα 6.3.18 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 10% στη τιμή της κλιματιστικής τηλεθέρμανσης

Όπως βλέπουμε το σύστημα της τηλεθέρμανσης γίνεται πλέον πιο ακριβό από το ενεργειακό τζάκι. Η κατάταξη των συστημάτων ως προς το λειτουργικό κόστος δεν φαίνεται να αλλάζει. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η τηλεθέρμανση εξακολουθεί να είναι μια πολύ καλή επιλογή καθώς ενώ έχει υποστεί αύξηση 10% εξακολουθεί να έχει πολύ χαμηλό λειτουργικό κόστος αφήνοντας πίσω όλα τα συστήματα εκτός από το ενεργειακό τζάκι και την γεωθερμική αντλία θερμότητας.

Ας δούμε λοιπόν και την τελευταία περίπτωση, όπου έχουμε αύξηση 15% στη κλιματιστική τηλεθέρμανση.



Διάγραμμα 6.3.19 Σύγκριση κόστους λειτουργίας με αύξηση 15% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα η τηλεθέρμανση με τη συγκεκριμένη αύξηση σχεδόν αποκτά το ίδιο κόστος λειτουργίας με τον καυστήρα ξύλου. Επίσης αυξάνεται ακόμη περισσότερο η διαφορά λειτουργικού κόστους από το ενεργειακό τζάκι και την γεωθερμική αντλία θερμότητας ενώ με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης η διαφορά στο λειτουργικό κόστος μειώνεται. Βέβαια η μείωση αυτής της διαφοράς είναι πολύ μικρή και δεν οδηγεί σε απώλεια του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματός της.

Αφού κάναμε την οικονομική ανάλυση του λειτουργικού κόστους σε ετήσια βάση στη συνέχεια θα επεκτείνουμε την ανάλυση μας στο χρονικό διάστημα των 35 χρόνων.



<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	150174	208305	208305	116262	116262	106574	106574
Καυστήρας Pellet	69552	69552	96475	96475	53847	53847	49359	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	83270	115503	115503	64466	64466	59094	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	55358	76786	76786	42858	42858	39285	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	48438	61188	61188	37500	37500	34375	34375
Τηλεθέρμανση	49557	51917	64247	67306	39375	41250	36093	37812
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751	126000	126000	115500	115500
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500	84000	84000	77000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875	63000	63000	57750	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150	25200	25200	23100	23100

Πίνακας 6.3.46 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 5 και 10% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	54277	70366	43125	39531
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150

Πίνακας 6.3.47 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 15% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ' αιτίας αυτής της αύξησης στο κόστος λειτουργίας της τηλεθέρμανσης στο σύνολο των 35 χρόνων.

	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Τηλεθέρμανση	2359	4719	7079	3273	6546	9820
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Τηλεθέρμανση	1827	3654	5481	1674	3349	5024

Πίνακας 6.3.47 Σύγκριση Κόστους μετά την μεταβολή στο κόστος κατά 5,10,15% στη τιμή της κिलοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Τα ποσά που προκύπτουν στο σύνολο των 35 χρόνων είναι στη πλειοψηφία τους σχετικά μικρά αν αναλογιστούμε ότι το χρονικό διάστημα που μελετάμε είναι 35 χρόνια. Ο λόγος είναι ότι η τηλεθέρμανση είναι από τα αποδοτικότερα συστήματα. Αναλυτικότερα το γεγονός ότι είναι πολύ αποδοτικό σύστημα έχει σαν αποτέλεσμα να έχει πολύ χαμηλές καταναλώσεις και άρα οι μεταβολές στις τιμές να μην την επηρεάζουν τόσο πολύ. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι η μέγιστη διαφορά στο λειτουργικό κόστος δεν ξεπερνά τα 10000 [€], όπως συνέβαινε στα συστήματα που μελετούσαμε προηγουμένως.

Περίπτωση 6<sup>η</sup> : Μείωση της τιμής της κिलοβατώρας της τηλεθέρμανσης (ομάδα Γ) κατά 5,10 και 15%.

Έστω ότι ο φορέας παροχής της τηλεθέρμανσης αποφασίζει να μειώσει την τιμή της κिलοβατώρας. Θα εξεταστούν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου έχουμε μείωση της τιμής κατά 5,10 και 15%. Η τιμή της κिलοβατώρας διαμορφώνεται με τιμές που φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

Σύστημα	Κόστος ανα κिलοβατώρα	Μεταβολή -5%	Μεταβολή -10%	Μεταβολή -15%
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.041325	0.03915	0.036975

Πίνακας 6.3.48 Τιμές ανα κिलοβατώρα για την τηλεθέρμανση μετά την μεταβολή

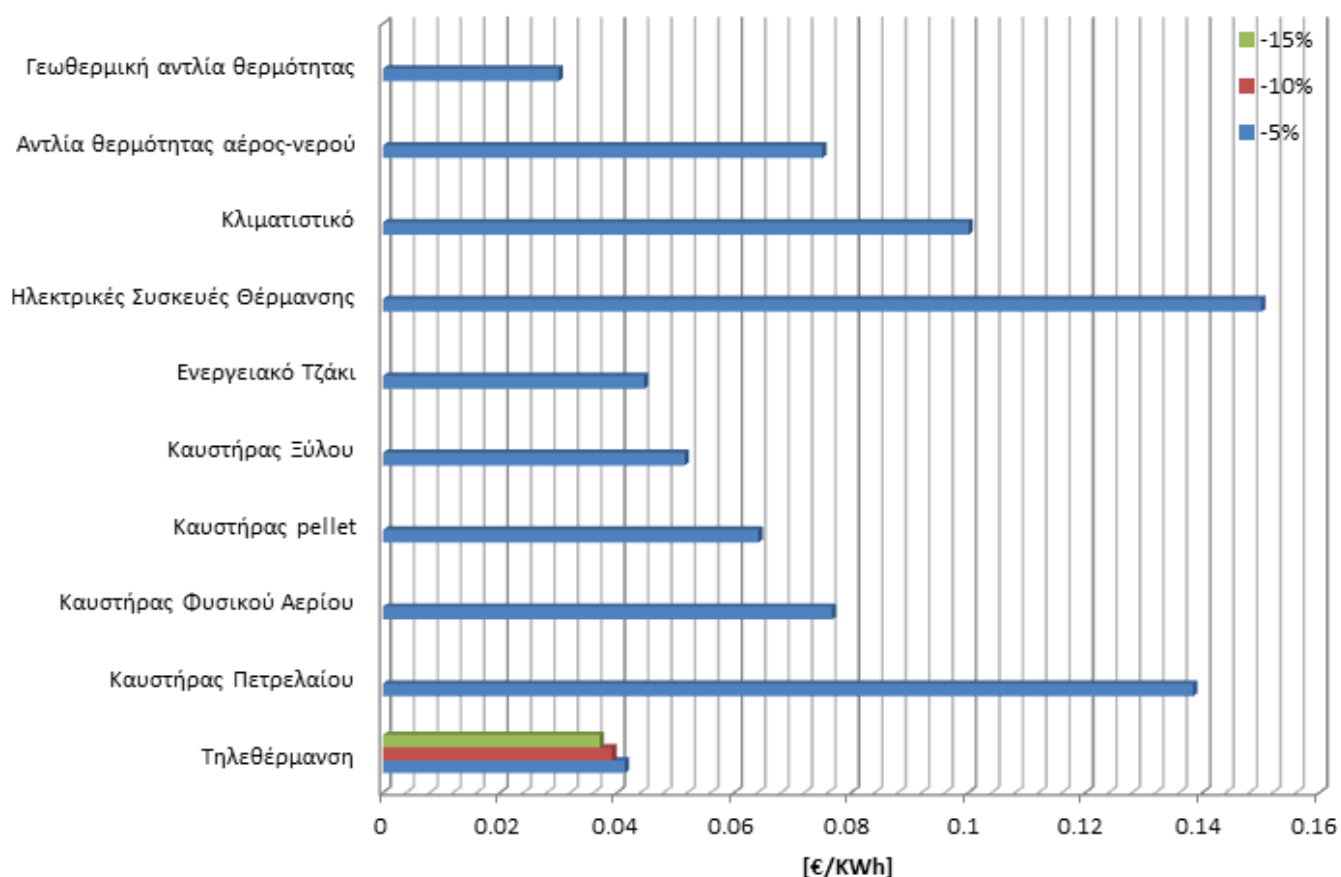
Αφού έχουμε υπολογίσει το νέο κόστος της κिलοβατώρας της τηλεθέρμανσης μπορούμε στη συνέχεια μπορούμε να αναπαραστήσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των νέων τιμών με τις σταθερές τιμές των υπόλοιπων καυσίμων.

Ας θυμηθούμε πρώτα όμως το κόστος της κिलοβατώρας για τα υπόλοιπα συστήματα.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Καυστήρας pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	4.2	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	4.2	0.0446
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.15
Κλιματιστικό	0.15	0.1
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.15	0.075
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.15	0.03

Πίνακας 6.3.49 Τιμές καυσίμων για τις ομάδες Α,Β και Δ

Έχοντας λοιπόν συγκεντρώσει τα νέα αποτελέσματα που προκύπτουν για τα λειτουργικά κόστη των διάφορων συστημάτων μπορούμε να δημιουργήσουμε το παρακάτω διάγραμμα που μας δίνει μια καλύτερη εικόνα για το κόστος του κάθε συστήματος θέρμανσης σε σχέση με την κάθε κιλοβατώρα που παράγει.



Διάγραμμα 6.3.20 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας της τηλεθέρμανσης συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα να σημειώσουμε ότι η τηλεθέρμανση έχει τρεις μπάρες καθώς το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα μεταβάλλεται ενώ τα υπόλοιπα έχουν μια γιατί το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα παραμένει σταθερό.

Αρχικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι μειώσεις οδηγούν σε αύξηση της ανταγωνιστικότητας του συστήματος της τηλεθέρμανσης συγκριτικά με το σύνολο των άλλων συστημάτων εκτός από την γεωθερμική αντλία θερμότητας.

Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά ανάμεσα στα λειτουργικά κόστη γίνεται ακόμη πιο εμφανής όταν η οικονομική ανάλυση αναφέρεται στο σύνολο μιας χειμερινής περιόδου όπως φαίνεται παρακάτω.

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Τηλεθέρμανση	1281	1214	1146	1777	1683	1590
	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Τηλεθέρμανση	991	939	887	909	861	813

Πίνακας 6.3.50 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των μειώσεων στις τιμές της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Αφού λοιπόν υπολογίσαμε τα νέα λειτουργικά κόστη που προκύπτουν για το σύστημα της τηλεθέρμανσης είμαστε πλέον σε θέση να τα συγκρίνουμε με τα λειτουργικά κόστη των υπόλοιπων συστημάτων θέρμανσης.

Παρακάτω συγκεντρώνονται όλα τα αποτελέσματα για όλα τα λειτουργικά κόστη όλων των συστημάτων και για κάθε πόλη ξεχωριστά. Ο διαχωρισμός των αποτελεσμάτων σε δύο πίνακες έγινε προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο ευδιάκριτα στον αναγνώστη.

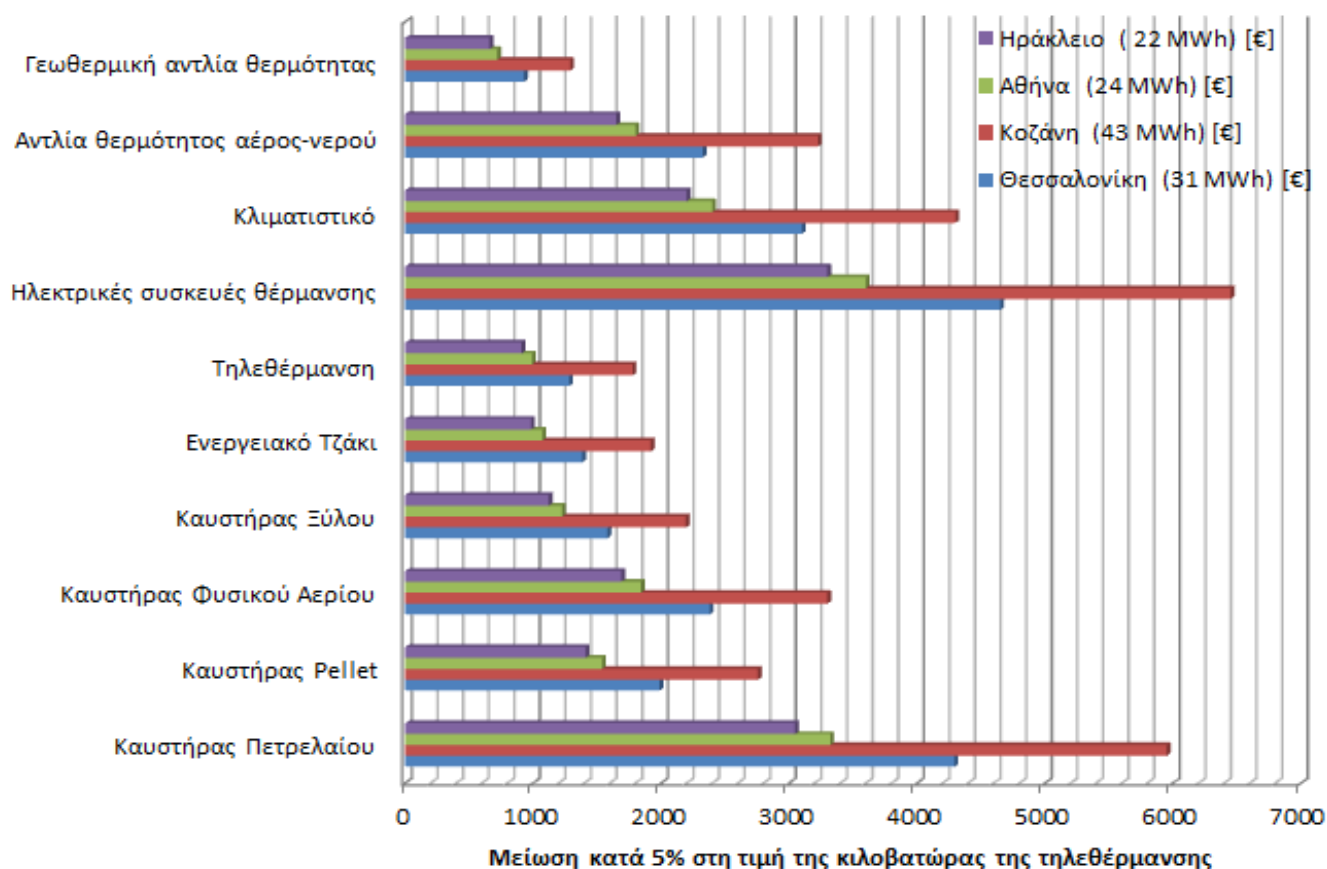
Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	4291	4291	5952	5952	5952
Καυστήρας Pellet	1988	1988	1988	2757	2757	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	2380	2380	3300	3300	3300
Καυστήρας Ξύλου	1582	1582	1582	2194	2194	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1384	1384	1919	1919	1919
Τηλεθέρμανση	1281	1214	1146	1777	1683	1590
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4650	4650	4650	6450	6450	6450
Κλιματιστικό	3100	3100	3100	4300	4300	4300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2325	2325	2325	3225	3225	3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	930	930	930	1290	1290	1290

Πίνακας 6.3.51 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης στην περίπτωση που το κόστος της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3322	3322	3045	3045	3045
Καυστήρας Pellet	1539	1539	1539	1411	1411	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1842	1842	1689	1689	1689
Καυστήρας Ξύλου	1225	1225	1225	1123	1123	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	1072	1072	983	983	983
Τηλεθέρμανση	991	939	887	909	861	813
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3600	3600	3600	3300	3300	3300
Κλιματιστικό	2400	2400	2400	2200	2200	2200
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1800	1800	1800	1650	1650	1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	720	720	720	660	660	660

Πίνακας 6.3.52 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου στην περίπτωση που το κόστος της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Αφού λοιπόν συγκεντρώσαμε τα αποτελέσματα μας σε πίνακες μπορούμε να δημιουργήσουμε τα παρακάτω διαγράμματα που σκοπό έχουν την καλύτερη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.

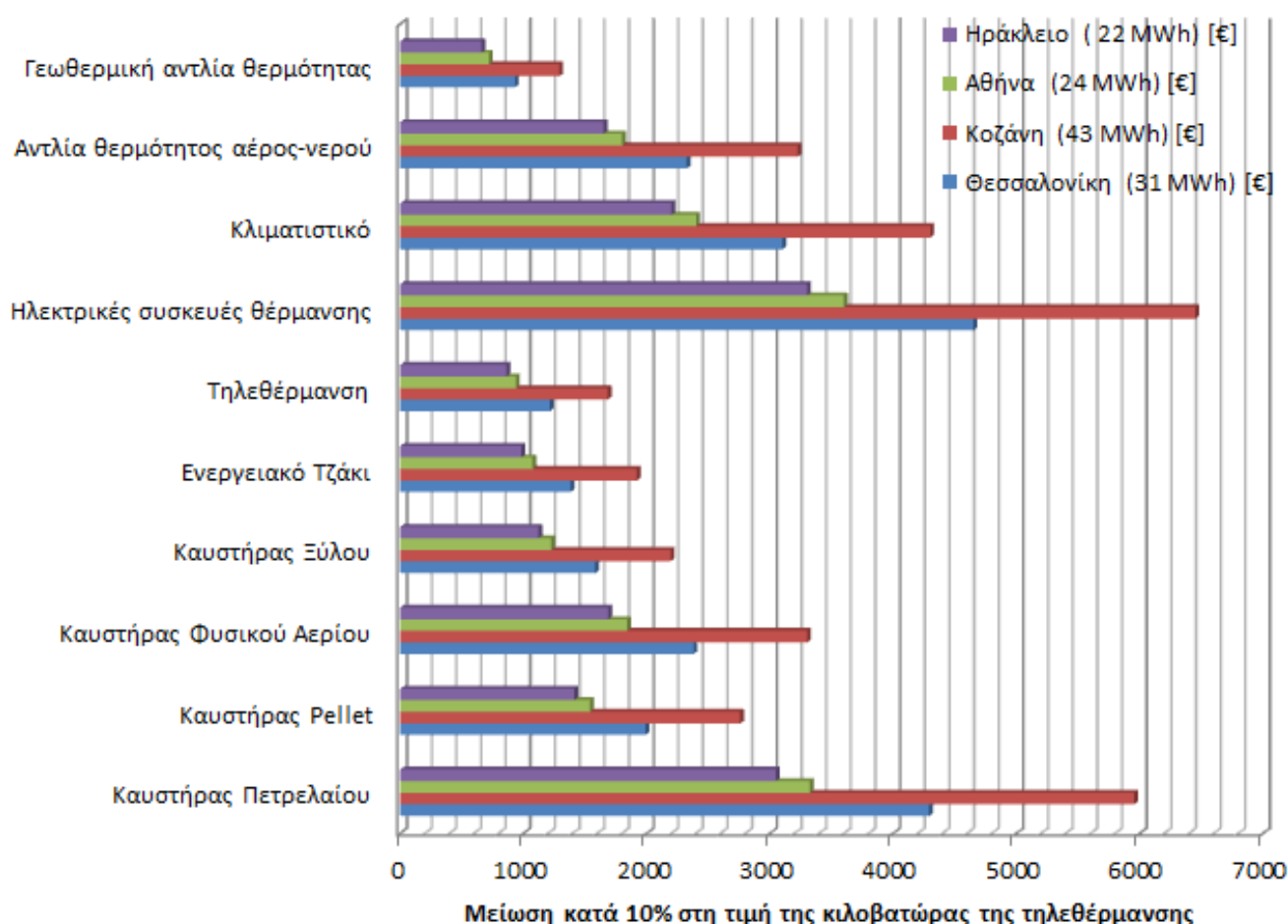


Διάγραμμα 6.3.21 Σύγκριση κόστους λειτουργίας μετά τη μείωση κατά 5% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης για μια χειμερινή περίοδο

Όπως βλέπουμε από το διάγραμμα η τηλεθέρμανση αρχίζει και γίνεται από τα πλέον αποδοτικά συστήματα θέρμανσης. Στα ίδια επίπεδα λειτουργικού κόστους κυμένεται και το ενεργειακό τζάκι αν και είναι λίγο πιο ακριβό. Η διαφορά του λειτουργικού κόστους ανάμεσα στα δύο συστήματα παρατηρούμε ότι δεν ξεπερνάει τα 100 [€] για μια χειμερινή περίοδο.

Όμως παρά τη μείωση στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης παρατηρούμε ότι υπάρχει μια αρκετά μεγάλη διαφορά στο λειτουργικό κόστος από την γεωθερμική αντλία θερμότητας το οποίο έχει τιμές από 300 [€] για την πόλη του Ηρακλείου έως και 600 [€] για την πόλη της Κοζάνης. Το ποσό αυτό μπορεί να μην είναι μεγάλο αλλά ισοδυναμεί με ένα μεγάλο ποσοστό του λειτουργικού κόστους της τηλεθέρμανσης, ανάλογα με την πόλη την οποία μελετάμε.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι μειώσεις των τιμών της κιλοβατώρας καθιστούν την τηλεθέρμανση υποψήφιο ανταγωνιστή της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας. Ας δούμε όμως αν μια μείωση της τάξης του 10% θα είναι αρκετή για να μετατρέψει την τηλεθέρμανση στο πιο φθινό σύστημα θέρμανσης.

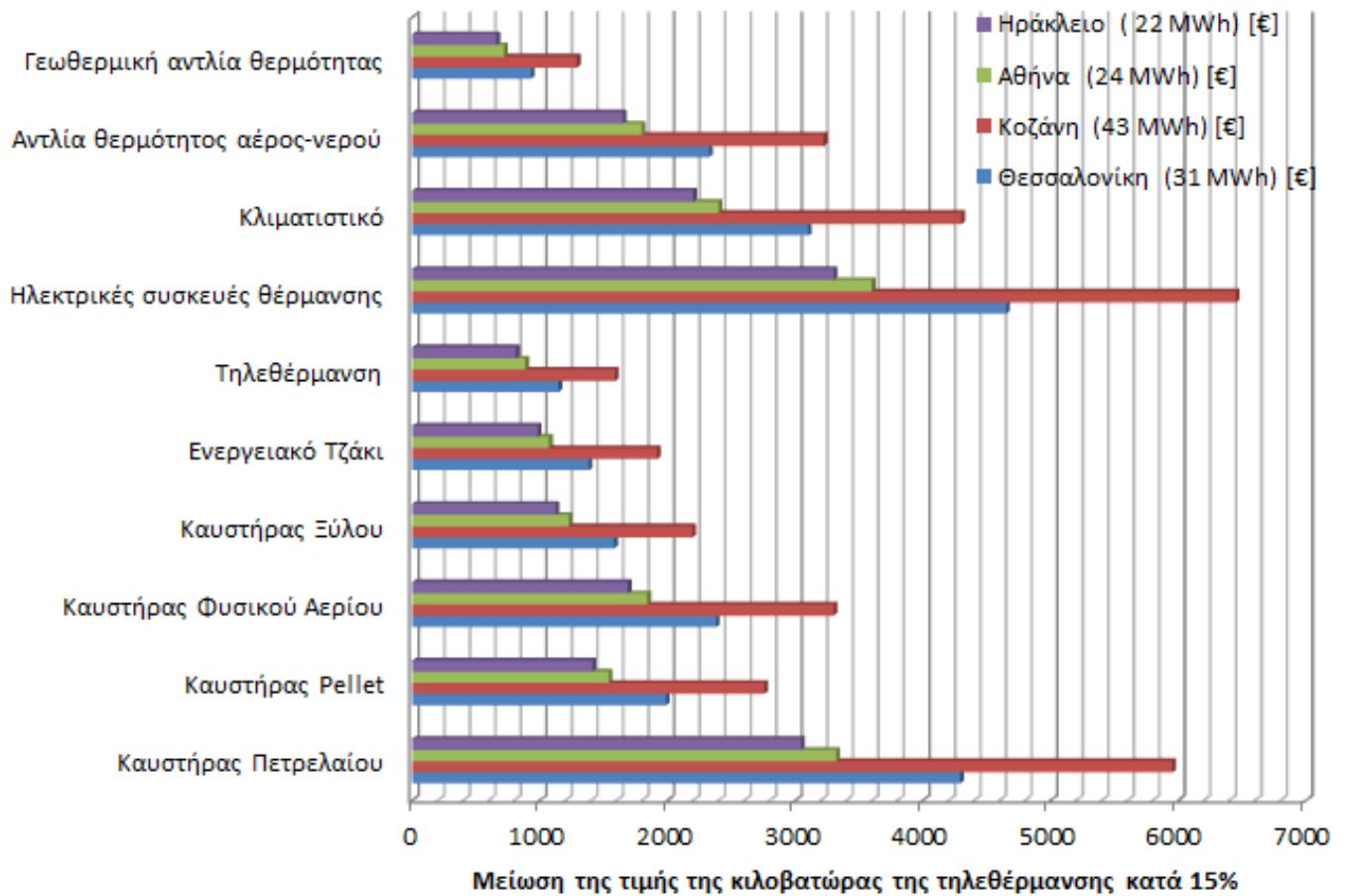


Διάγραμμα 6.3.22 Σύγκριση κόστους λειτουργίας μετά τη μείωση κατά 10% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης για μια χειμερινή περίοδο

Η κατάταξη ως προς το λειτουργικό κόστος για την χειμερινή περίοδο φαίνεται να αλλάζει. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι η τηλεθέρμανση έχει γίνει αποκτήσει ακόμη χαμηλότερο λειτουργικό κόστος σε σχέση με το ενεργειακό τζάκι που είναι το αμέσως πιο

οικονομικό σύστημα θέρμανσης αλλά και πάλι είναι πιο ακριβή από την γεωθερμική αντλία θερμότητας.

Τέλος εξετάζεται η μείωση κατά 15% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης.



Διάγραμμα 6.3.23 Σύγκριση κόστους λειτουργίας μετά τη μείωση κατά 10% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης για μια χειμερινή περίοδο

Η κατάταξη εξακολουθεί να είναι η ίδια μόνο που η διαφορά λειτουργικού κόστους ανάμεσα στη γεωθερμική αντλία θερμότητας και την τηλεθέρμανση έχει μειωθεί ενώ στα υπόλοιπα συστήματα έχει αυξηθεί.

Ας δούμε λοιπόν τα λειτουργικά κόστη που προκύπτουν στο σύνολο των 35 χρόνων.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	150174	208305	208305	116262	116262	106574	106574
Καυστήρας Pellet	69552	69552	96475	96475	53847	53847	49359	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	83270	115503	115503	64466	64466	59094	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	55358	76786	76786	42858	42858	39285	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	48438	61188	61188	37500	37500	34375	34375
Τηλεθέρμανση	44838	42478	62194	58921	34713	32886	31820	30145
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751	126000	126000	115500	115500
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500	84000	84000	77000	77000
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875	63000	63000	57750	57750
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150	25200	25200	23100	23100

Πίνακας 6.3.53 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 5 και 10% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	40118	55647	31059	28470
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	162751	162751	225751	225751
Κλιματιστικό	108500	108500	150500	150500
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	81375	81375	112875	112875
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	32550	32550	45150	45150

Πίνακας 6.3.54 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 15% στη κιλοβατώρα της τηλεθέρμανσης.

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ' αιτίας της μείωσης της τιμής της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης στο σύνολο των 35 χρόνων.



	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Τηλεθέρμανση	-2359	-4719	-7079	-3273	-6546	-9820
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Τηλεθέρμανση	-1827	-3654	-5481	-1674	-3349	-5024

Πίνακας 6.3.55 Μεταβολή του κόστους λειτουργίας στα 35 χρόνια μετά την μείωση στο κόστος κατά 5,10,15% στη τιμή της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Οι μεταβολές που παρατηρούνται είναι σχετικά μικρές και αυτό οφείλεται στο ότι η τηλεθέρμανση είναι πολύ οικονομική ως προς την λειτουργία της και άρα επηρεάζεται σε πολύ μικρό βαθμό από τις μεταβολές στη τιμή της κιλοβατώρας της.

Περίπτωση 7<sup>η</sup> : Αύξηση τιμών στην ενεργειακή πηγή (ηλεκτρικό ρεύμα) των συστημάτων θέρμανσης της ομάδας Δ κατά 5,10 και 15%

Στη ομάδα Δ συναντάμε τα συστήματα που έχουν ως πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα. Πιο συγκεκριμένα αυτά τα συστήματα είναι το κλιματιστικό, η αντλία θερμότητας αέρος-νερού, η γεωθερμική αντλία θερμότητας και οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης.

Αρχικά θα βρούμε τις τιμές για το νέο κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα που προκύπτει σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Για να το κάνουμε αυτό θα υπολογίσουμε πρώτα το κόστος που προκύπτει για την μονάδα μέτρησης της πηγής ενέργειας που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η κιλοβατώρα.

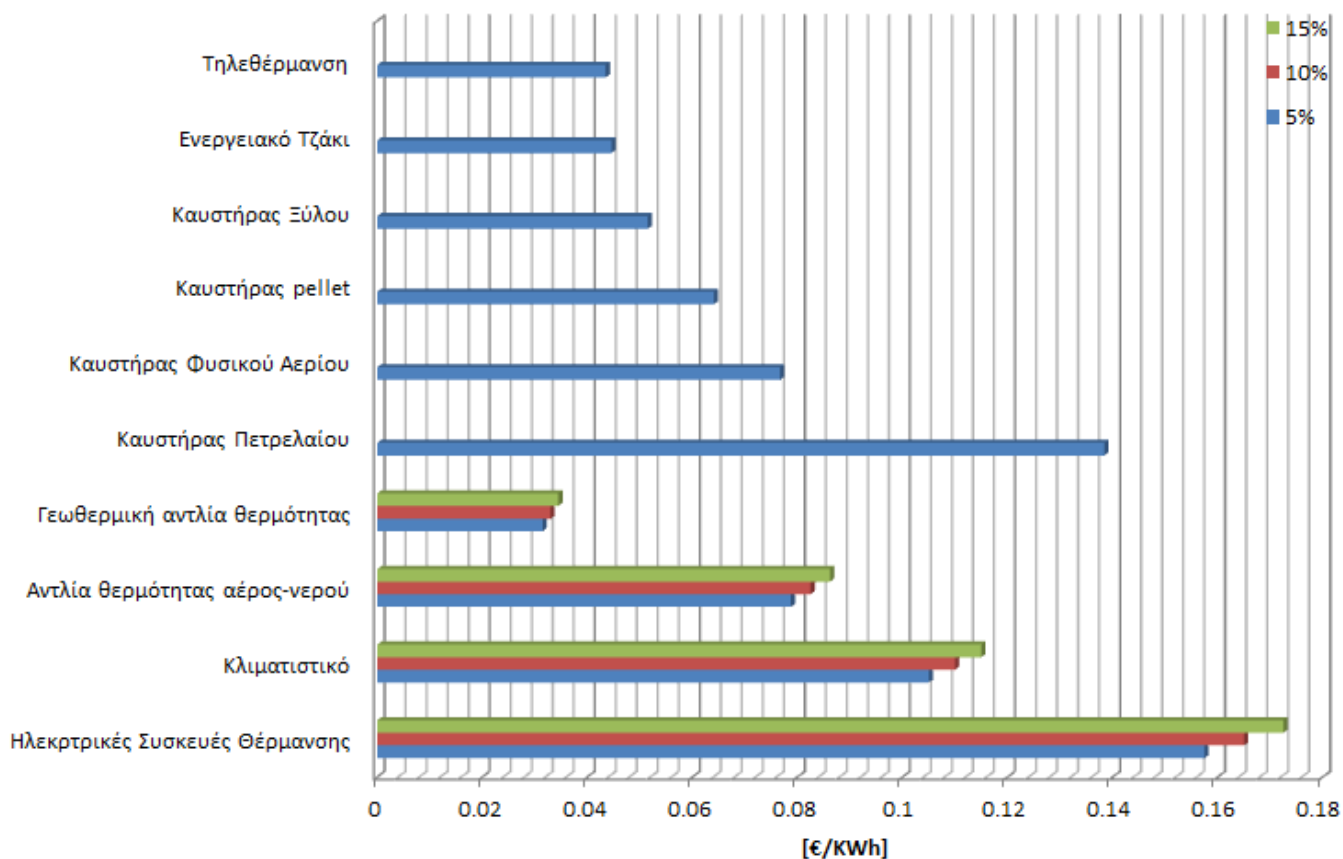
Σύστημα	Κόστος ανα kWh	Μεταβολή +5%	Μεταβολή +10%	Μεταβολή +15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.1575	0.165	0.1725
Κλιματιστικό	0.1	0.105	0.11	0.115
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.075	0.07875	0.0825	0.08625
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.03	0.0315	0.033	0.0345

Πίνακας 6.3.56 Διαφοροποιημένες τιμές παραγόμενης κιλοβατώρας

Στη συνέχεια προκειμένου ο αναγνώστης να αντιληφθεί καλύτερα την διαφορά κόστους που προκλήθηκε στα σύστημα που έχουν ως πηγή ενέργειας ηλεκτρικό ρεύμα συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα παρακάτω παρουσιάζεται ένα διάγραμμα που δείχνει συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα. Να θυμίσουμε ότι το κόστος στα υπόλοιπα καύσιμα παραμένει σταθερό και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Καυστήρας pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	4.2	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	4.2	0.0446
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435

Πίνακας 6.3.57 Κόστος καυσίμων και πηγών ενέργειας ανα μονάδα μέτρησης



Διάγραμμα 6.3.58 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης με πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου το κόστος του αυξάνεται κατά 5,10,15%.

Τα συστήματα που έχουν τρεις μπάρες είναι τα συστήματα τα οποία βρίσκονται υπο μελέτη ενώ τα συστήματα θέρμανσης με μια μπάρα είναι αυτά των οποίων το λειτουργικό κόστος παραμένει αμετάβλητο.

Εφόσον έχουμε υπολογίσει το νέο κόστος που προκύπτει για κάθε κιλοβατώρα που παράγεται μπορούμε να περάσουμε στο επόμενο στάδιο ανάλυσης όπου θα δούμε το νέο συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο που προκύπτει από την αύξηση των τιμών κατά 5,10 και 15% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Σύστημα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	4882	5115	5347	6772	7095	7417
Κλιματιστικό	3255	3410	3565	4515	4730	4945
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2441	2557	2673	3386	3547	3708
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	976	1023	1069	1354	1419	1483
	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	+5%	+10%	+15%	+5%	+10%	+15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	3780	3960	4140	3465	3630	3795
Κλιματιστικό	2520	2640	2760	2310	2420	2530
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1890	1980	2070	1732	1815	1897
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	756	792	828	693	726	759

Πίνακας 6.3.58 Μεταβολή του συνολικού κόστους για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των αυξήσεων στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 5,10 κι 15%.

Εφόσον έχουμε υπολογίσει τις διακυμάνσεις του συνολικού κόστους για μια χειμερινή περίοδο πλέον είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε τον επόμενο πίνακα όπου αναπαρίσταται το συνολικό κόστος λειτουργίας όχι μόνο των υπο μελέτη συστημάτων θέρμανσης αλλά και των υπόλοιπων.

Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	4291	4291	5952	5952	5952
Καυστήρας Pellet	1988	1988	1988	2757	2757	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	2380	2380	3300	3300	3300
Καυστήρας Ξύλου	1582	1582	1582	2194	2194	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1384	1384	1919	1919	1919
Τηλεθέρμανση	1349	1349	1349	1871	1871	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4882	5115	5347	6772	7095	7417
Κλιματιστικό	3255	3410	3565	4515	4730	4945
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2441	2557	2673	3386	3547	3708
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	976	1023	1069	1354	1419	1483

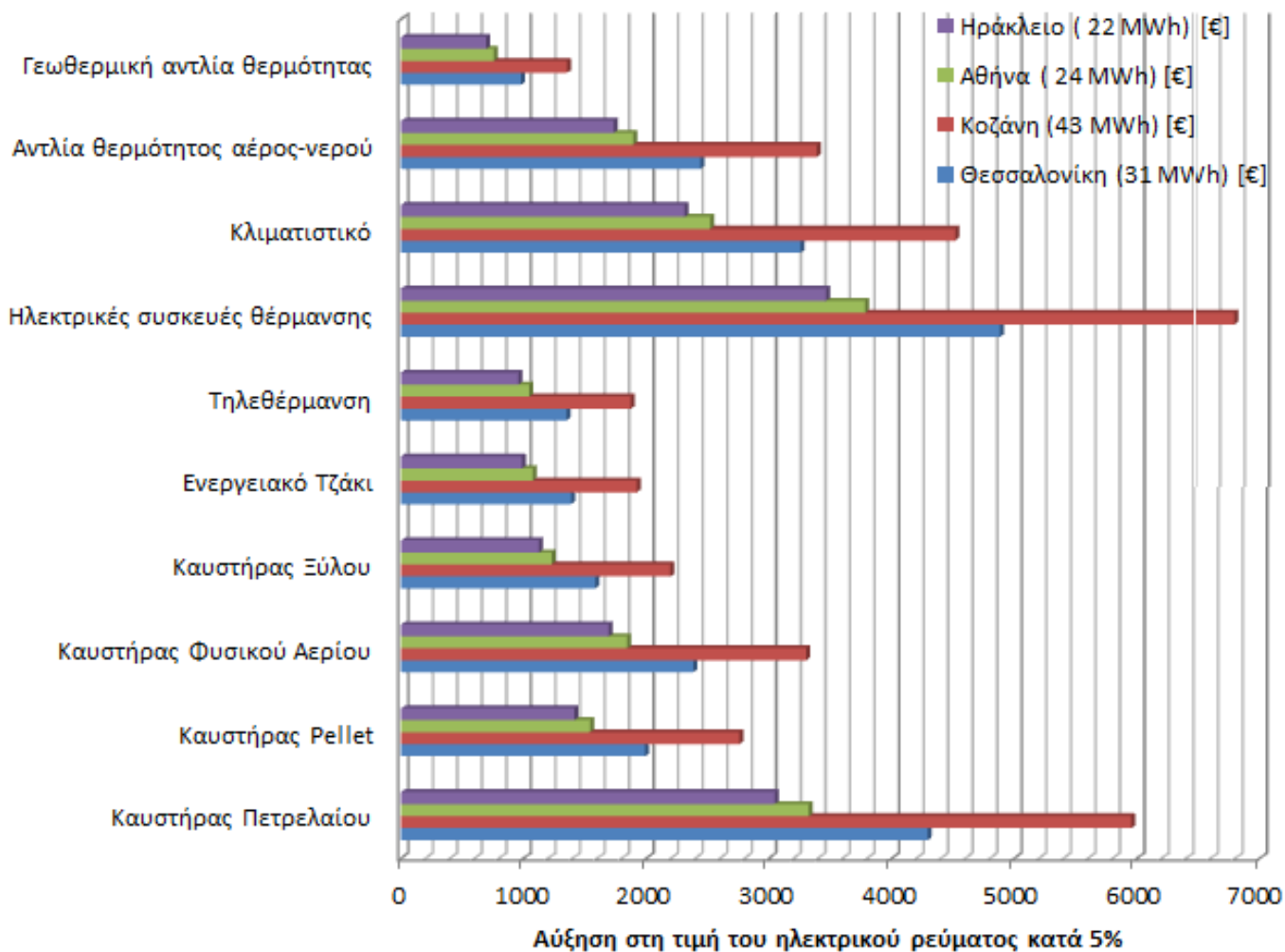
Πίνακας 6.3.59 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο για τις πόλεις της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης κατόπιν αυξήσεων στις τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 5,10,15%.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]	Ηράκλειο (22 MWh) [€]
---------------------	--------------------	-----------------------

	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3322	3322	3045	3045	3045
Καυστήρας Pellet	1539	1539	1539	1411	1411	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1842	1842	1689	1689	1689
Καυστήρας Ξύλου	1225	1225	1225	1123	1123	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	1072	1072	983	983	983
Τηλεθέρμανση	1044	1044	1044	957	957	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3780	3960	4140	3465	3630	3795
Κλιματιστικό	2520	2640	2760	2310	2420	2530
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1890	1980	2070	1732	1815	1897
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	756	792	828	693	726	759

Πίνακας 6.3.60 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο για τις πόλεις της Αθήνας και του Ηρακλείου κατόπιν αυξήσεων στις τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 5,10,15%.

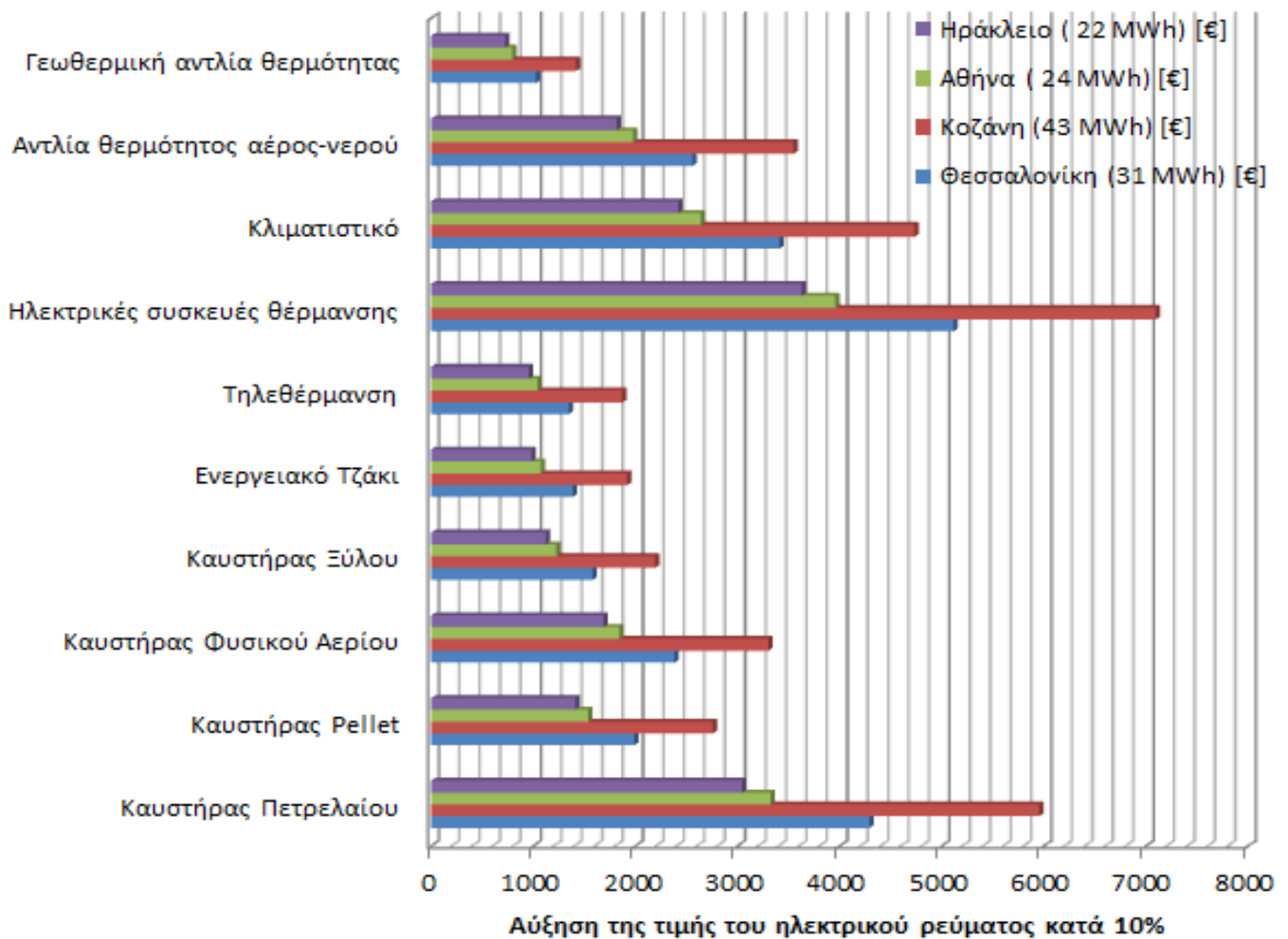
Στη συνέχεια προκύπτει η αναπαράσταση του συνολικού κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις που προκύπτουν ανάλογα με την αύξηση που έχουμε κάθε φορά στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. Αρχικά θα ξεκινήσουμε με την αύξηση της τάξεως του 5%, στη συνέχεια θα μελετήσουμε την επίδραση της αύξησης της τάξεως του 10% και θα καταλήξουμε στην πιο ακραία περίπτωση όπου η αύξηση θα φτάσει το 15%. Σκοπός της αναπαράστασης είναι να δούμε την επίδραση της διακύμανσης όχι μόνο στο κάθε σύστημα θέρμανσης μεμονωμένα αλλά και η αλληλεπίδραση που προκαλείται ανάμεσα στα συστήματα που έχουν ως πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα και τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης. Αρχικά όπως ήδη αναφέραμε θα ξεκινήσουμε με την μικρότερη αύξηση που ισούται με 5%. Προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 6.3.25 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 5% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος

Η αύξηση έχει σαν αποτέλεσμα οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης να γίνονται με διαφορά το ακριβότερο σύστημα θέρμανσης. Επίσης, παρατηρούμε ότι η αντλία θερμότητας αέρος-νερού γίνεται λιγότερο ανταγωνιστική σε σχέση με τον καυστήρα φυσικού αερίου καθώς η διαφορά στο λειτουργικό κόστος που προκύπτει ανάμεσά τους φαίνεται να έχει μεγαλώνει ακόμη περισσότερο. Το κλιματιστικό συνεχίζει να κατέχει την τρίτη θέση στην κατάταξη του διαγράμματος έχοντας ακόμη αρκετά μεγάλα περιθώρια πρώτου ξεπεράσει τον καυστήρα πετρελαίου και χάσει το ανταγωνιστικό του πλεονέκτημα. Τέλος, η γεωθερμική αντλία θερμότητας παρατηρούμε ότι παρά την μεταβολή στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος εξακολουθεί να είναι το πιο φθηνό σύστημα ως προς το λειτουργικό του κόστος.

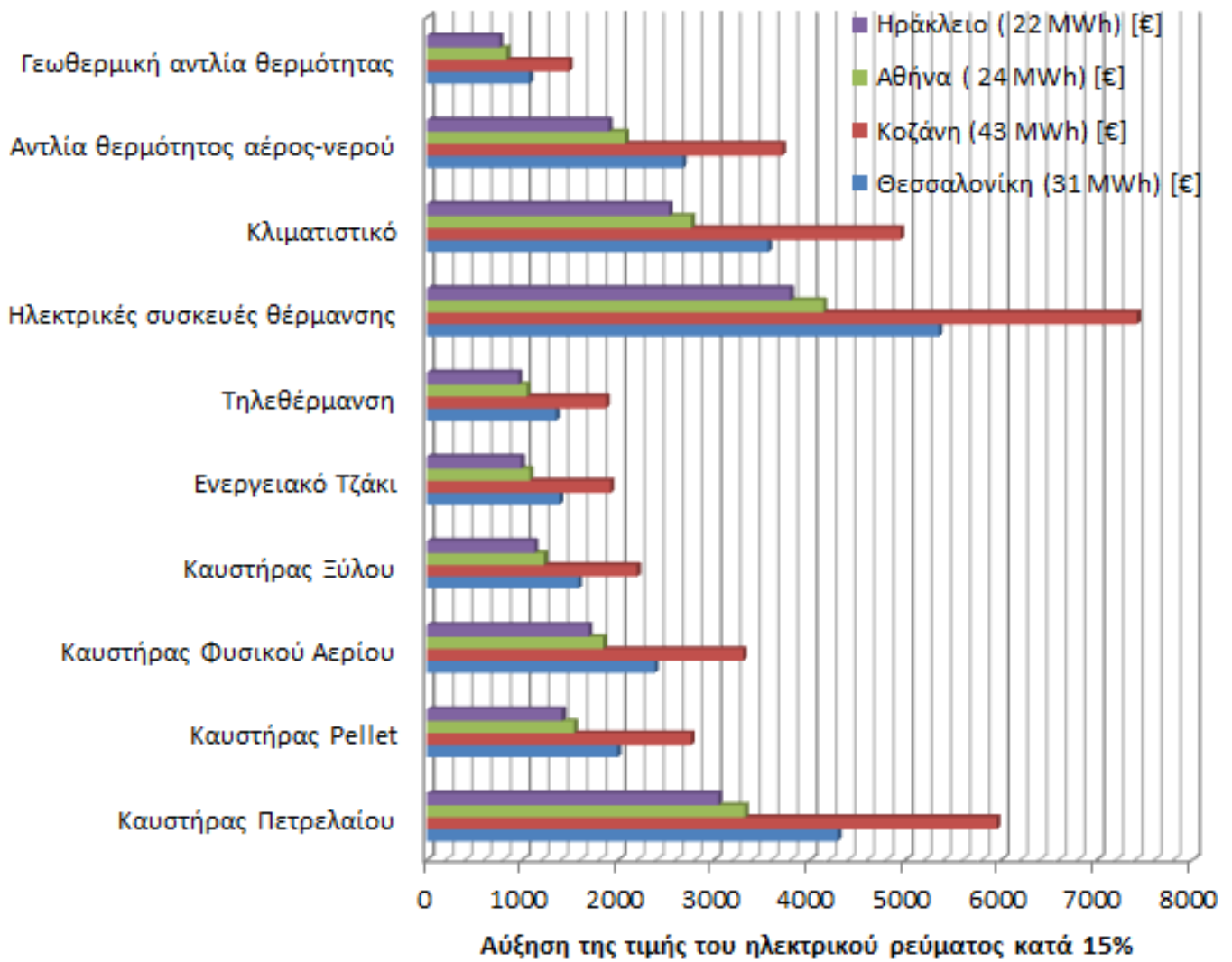
Στο σημείο αυτό μπορούμε να περάσουμε στην επόμενη περίπτωση όπου έχουμε μια μεγαλύτερη αύξηση της τάξεως του 10%.



Διάγραμμα 6.3.26 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 10% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος

Παίρνοντας τα συστήματα με την σειρά παρατηρούμε ότι η γεωθερμική αντλία θερμότητας εξακολουθεί να είναι το φθηνότερο σύστημα θέρμανσης ως προς τα λειτουργικά του έξοδα. Η αντλία θερμότητας αέρος-νερού φαίνεται μετατρέπεται σε μια ακριβή λύση καθώς αφήνει ακόμη πιο πίσω της τον καυστήρα φυσικού αερίου που ήταν ο κύριος ανταγωνιστής της και έχει μια σχετικά χαμηλή κατάταξη. Το κλιματιστικό όπως φαίνεται από το διάγραμμα μετατρέπεται σε ένα αρκετά ακριβό σύστημα θέρμανσης ως προς τα λειτουργικά του έξοδα αλλά έχει ακόμη μεγάλα περιθώρια από τον καυστήρα πετρελαίου που είναι το αμέσως ακριβότερο σύστημα θέρμανσης. Τέλος, οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης όχι μόνο έχουν το μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος αλλά και η διαφορά του από τον καυστήρα πετρελαίου που είναι το σύστημα θέρμανσης με το αμέσως πιο χαμηλό λειτουργικό κόστος αρχίζει να απέχει αρκετά και σε ορισμένες περιπτώσεις όπως της πόλης της Κοζάνης η διαφορά μπορεί να ξεπεράσει τα 1000 [€]

Ας δούμε λοιπόν και την τελευταία περίπτωση, όπου έχουμε αύξηση 15% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.



Διάγραμμα 6.3.27 Σύγκριση κόστους λειτουργίας για μια χειμερινή περίοδο μετά την αύξηση κατά 15% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος

Αφού κάναμε την οικονομική ανάλυση του λειτουργικού κόστους σε ετήσια βάση στη συνέχεια θα επεκτείνουμε την ανάλυση μας στο χρονικό διάστημα των 35 χρόνων.

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	150174	208305	208305	116262	116262	106574	106574
Καυστήρας Pellet	69552	69552	96475	96475	53847	53847	49359	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	83270	115503	115503	64466	64466	59094	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	55358	76786	76786	42858	42858	39285	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	48438	61188	61188	37500	37500	34375	34375
Τηλεθέρμανση	47198	47198	65468	65468	36540	36540	33495	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	170888	179026	237038	248326	132300	138600	121275	127050
Κλιματιστικό	113925	119350	158025	165550	88200	92400	80850	84700
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	85443	89512	118518	124162	66150	69300	60637	63525
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	34177	35805	47407	49665	26460	27720	24255	25410

Πίνακας 6.3.61 Σύγκριση Κόστους μετά την αύξηση στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 5 και 10% για μια χειμερινή περίοδο

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	47198	65468	36540	33495
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	187163	259613	144900	132825
Κλιματιστικό	124775	173075	96600	88550
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	93581	129806	72450	66412
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	37432.5	51922	28980	26565

Πίνακας 6.3.62 Σύγκριση Κόστους μετά την αύξηση στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 15% για μια χειμερινή περίοδο

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ'αιτίας αυτής της αύξησης στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος σε όλα τα συστήματα θέρμανσης της ομάδας Δ στο σύνολο των 35 χρόνων.



	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	8137	16275	24412	11287	22575	33862
Κλιματιστικό	5425	10850	16275	7525	15050	22575
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	4068	8137	12206	5643	11287	16931
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	1627	3255	4882	2257	4515	6772
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	6300	12600	18900	5775	11550	17325
Κλιματιστικό	4200	8400	12600	3850	7700	11550
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	3150	6300	9450	2887	5775	8662
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	1260	2520	3780	1155	2310	3465

Πίνακας 6.3.63 Σύγκριση διαφοράς λειτουργικού κόστους που προκύπτει στο σύνολο των 35 χρόνων για τις περιπτώσεις όπου η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνεται κατά 5,10 και 15%.

Στη συγκεκριμένη ομάδα συναντάμε τις δύο πιο ακραίες περιπτώσεις συστημάτων θέρμανσης ως προς τα λειτουργικά κόστη καθώς έχουμε τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης που παρουσιάζουν το μέγιστο λειτουργικό κόστος ενώ από την άλλη έχουμε την γεωθερμική αντλία θερμότητας που παρουσιάζει το ελάχιστο λειτουργικό κόστος. Η διαφορά αυτή γίνεται ιδιαίτερα αισθητή στη πόλη της Κοζάνης και πιο συγκεκριμένα στη περίπτωση όπου το ηλεκτρικό ρεύμα αυξάνεται κατά 15% όπου είναι συνολικά πάνω από 25000 [€].

Κάτι ακόμη που πρέπει να προσέξουμε είναι ότι οι μεταβολές των τιμών επηρεάζουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό τα ενεργοβόρα συστήματα ενώ αφήνουν σχεδόν ανεπηρέαστα τα συστήματα με μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση. Αυτό γίνεται ακόμη πιο κατανοητό αν αναλογιστούμε ότι τα συστήματα θέρμανσης έχουν καταταγεί έτσι ώστε να ξεκινάνε από εκείνο με το υψηλότερο λειτουργικό κόστος και να καταλήγουν σε εκείνο με το χαμηλότερο.

#### Περίπτωση 8<sup>η</sup> : Μείωση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος κατά 5,10 και 15%

Έστω ότι ο φορέας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας αποφασίζει να μειώσει την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. Θα εξεταστούν τρία σενάρια όπου η μείωση θα ισούται με το 5,10 και 15% της σημερινής αξίας του ηλεκτρικού ρεύματος.

Αρχικά θα υπολογίσουμε το νέο μειωμένο κόστος που προκύπτει ανα κιλοβατώρα για το κάθε σύστημα θέρμανσης.

Σύστημα	Κόστος ανα κιλοβατώρα	Μεταβολή -5%	Μεταβολή -10%	Μεταβολή -15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	0.1425	0.135	0.1275
Κλιματιστικό	0.1	0.095	0.09	0.085
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.075	0.07125	0.0675	0.06375
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.03	0.0285	0.027	0.0255

Πίνακας 6.3.64 Τιμές ανα κιλοβατώρα για την τηλεθέρμανση

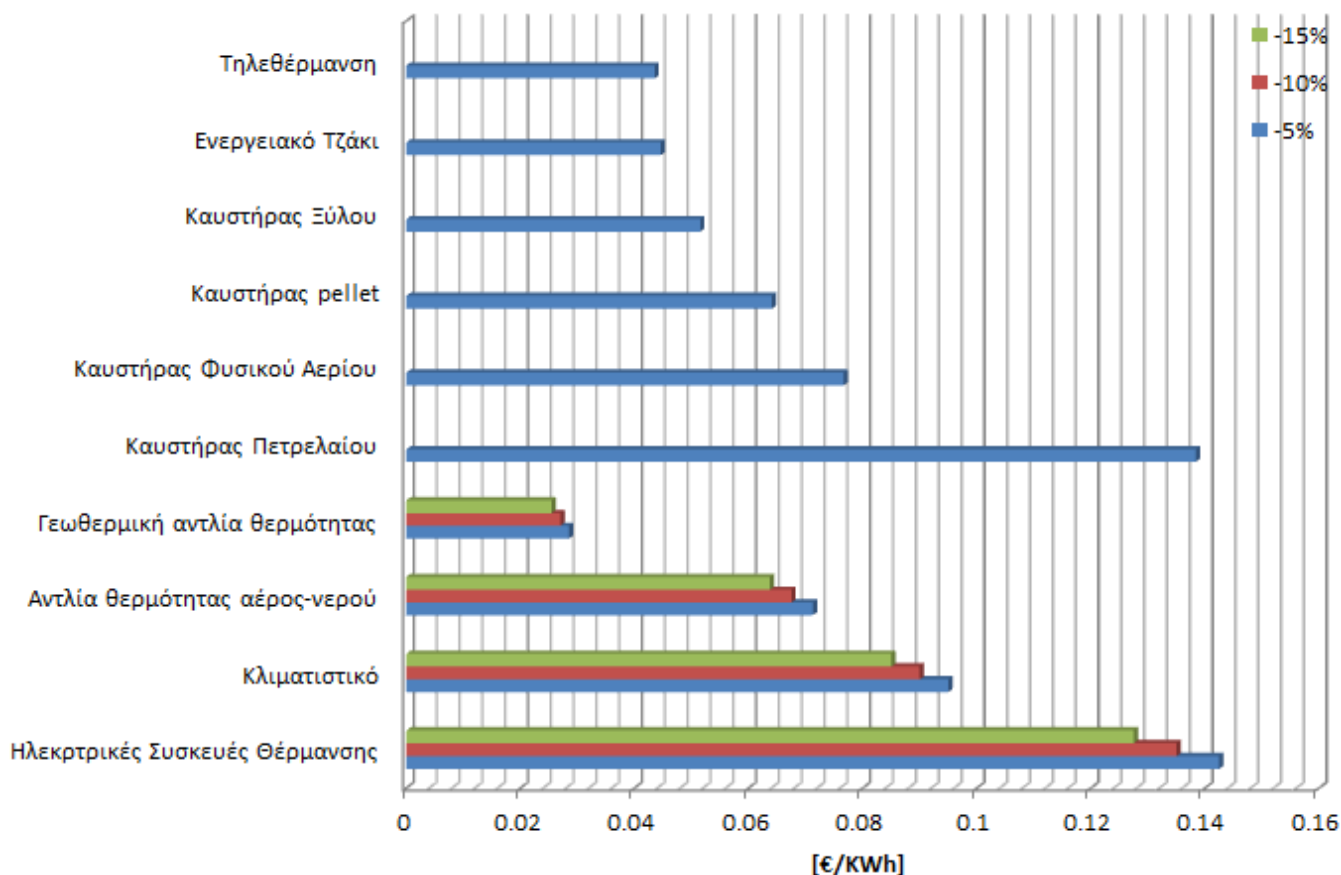
Αφού έχουμε υπολογίσει το νέο κόστος της κιλοβατώρας των υπο μελέτη συστημάτων μπορούμε στη συνέχεια να αναπαραστήσουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των νέων τιμών με τις σταθερές τιμές των υπόλοιπων καυσίμων.

Ας θυμηθούμε πρώτα όμως το κόστος της κιλοβατώρας για τα υπόλοιπα συστήματα.

Σύστημα	Κόστος ανα Μ.Μ καυσίμου	Κόστος ανά KWh
Καυστήρας Πετρελαίου	1.4	0.1384
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.802	0.0767
Καυστήρας pellet	0.3	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	4.2	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	4.2	0.0446
Τηλεθέρμανση	0.0435	0.0435

Πίνακας 6.3.65 Κόστος καυσίμων και πηγών ενέργειας ανα μονάδα μέτρησης

Έχοντας λοιπόν συγκεντρώσει τα νέα αποτελέσματα που προκύπτουν για τα λειτουργικά κόστη των διάφορων συστημάτων μπορούμε να δημιουργήσουμε το παρακάτω διάγραμμα που μας δίνει μια καλύτερη εικόνα για το κόστος του κάθε συστήματος θέρμανσης σε σχέση με την κάθε κιλοβατώρα που παράγει.



Διάγραμμα 6.3.28 Διαφοροποιημένο κόστος λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης με πηγή ενέργειας το ηλεκτρικό ρεύμα για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις όπου το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος μειώνεται κατά 5,10 και 15%.

Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι νέες τιμές για την παραγωγή μιας κιλοβατώρας. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει τα συστήματα με τις τρεις μπάρες είναι αυτά των οποίων το λειτουργικό κόστος μεταβάλλεται, στη συγκεκριμένη περίπτωση μειώνεται, ενώ τα λειτουργικά κόστη των υπόλοιπων συστημάτων παραμένουν αμετάβλητα και γι' αυτό αναπαρίστανται με μια μπάρα.

Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά ανάμεσα στα λειτουργικά κόστη γίνεται ακόμη πιο εμφανής όταν η οικονομική ανάλυση αναφέρεται στο σύνολο μιας χειμερινής περιόδου όπως φαίνεται παρακάτω.

	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	4417	4185	3952	6127	5805	5482
Κλιματιστικό	2945	2790	2635	4085	3870	3655
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2208	2092	1976	3063	2902	2741
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	883	837	790	1225	1161	1096
	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	3420	3240	3060	3135	2970	2805
Κλιματιστικό	2280	2160	2040	2090	1980	1870
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1710	1620	1530	1567	1485	1402
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	684	648	612	627	594	561

Πίνακας 6.3.66 Συνολικό κόστος για μια χειμερινή περίοδο κατόπιν των μειώσεων στις τιμές της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης

Αφού λοιπόν υπολογίσαμε τα νέα ετήσια λειτουργικά κόστη που προκύπτουν για το σύστημα της τηλεθέρμανσης είμαστε πλέον σε θέση να τα συγκρίνουμε με τα λειτουργικά κόστη των υπόλοιπων συστημάτων θέρμανσης.

Παρακάτω συγκεντρώνονται όλα τα αποτελέσματα για όλα τα λειτουργικά κόστη όλων των συστημάτων και για κάθε πόλη ξεχωριστά. Ο διαχωρισμός των αποτελεσμάτων σε δύο πίνακες έγινε προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο ευδιάκριτα στον αναγνώστη.

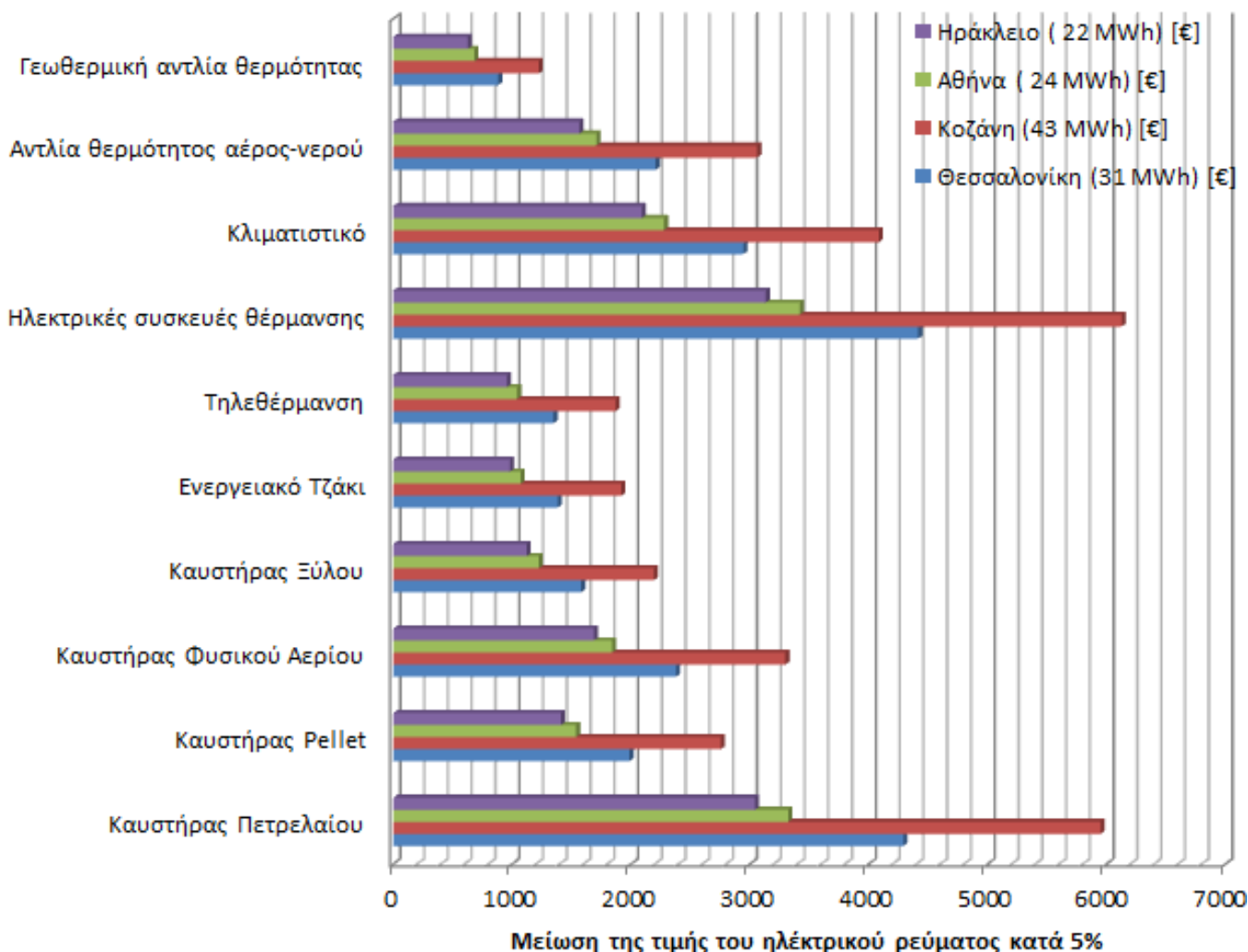
Συστήματα Θέρμανσης	Θεσσαλονίκη (31 MWh) [€]			Κοζάνη (43 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	4291	4291	4291	5952	5952	5952
Καυστήρας Pellet	1988	1988	1988	2757	2757	2757
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	2380	2380	2380	3300	3300	3300
Καυστήρας Ξύλου	1582	1582	1582	2194	2194	2194
Ενεργειακό Τζάκι	1384	1384	1384	1919	1919	1919
Τηλεθέρμανση	1349	1349	1349	1871	1871	1871
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	4417	4185	3952	6127	5805	5482
Κλιματιστικό	2945	2790	2635	4085	3870	3655
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	2208	2092	1976	3063	2902	2741
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	883	837	790	1225	1161	1096

Πίνακας 6.3.67 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Θεσσαλονίκης και της Κοζάνης στην περίπτωση που το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Συστήματα Θέρμανσης	Αθήνα (24 MWh) [€]			Ηράκλειο (22 MWh) [€]		
	-5%	-10%	-15%	-5%	-10%	-15%
Καυστήρας Πετρελαίου	3322	3322	3322	3045	3045	3045
Καυστήρας Pellet	1539	1539	1539	1411	1411	1411
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	1842	1842	1842	1689	1689	1689
Καυστήρας Ξύλου	1225	1225	1225	1123	1123	1123
Ενεργειακό Τζάκι	1072	1072	1072	983	983	983
Τηλεθέρμανση	1044	1044	1044	957	957	957
Ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης	3420	3240	3060	3135	2970	2805
Κλιματιστικό	2280	2160	2040	2090	1980	1870
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	1710	1620	1530	1567	1485	1402
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	684	648	612	627	594	561

Πίνακας 6.3.68 Κόστος για μια περίοδο θέρμανσης στις περιοχές της Αθήνας και του Ηρακλείου στην περίπτωση που το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος μειώνεται κατά 5,10,15% ενώ οι τιμές των υπόλοιπων καυσίμων παραμένουν σταθερές.

Αφού λοιπόν συγκεντρώσαμε τα αποτελέσματα μας σε πίνακες μπορούμε να δημιουργήσουμε τα παρακάτω διαγράμματα που σκοπό έχουν την καλύτερη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.

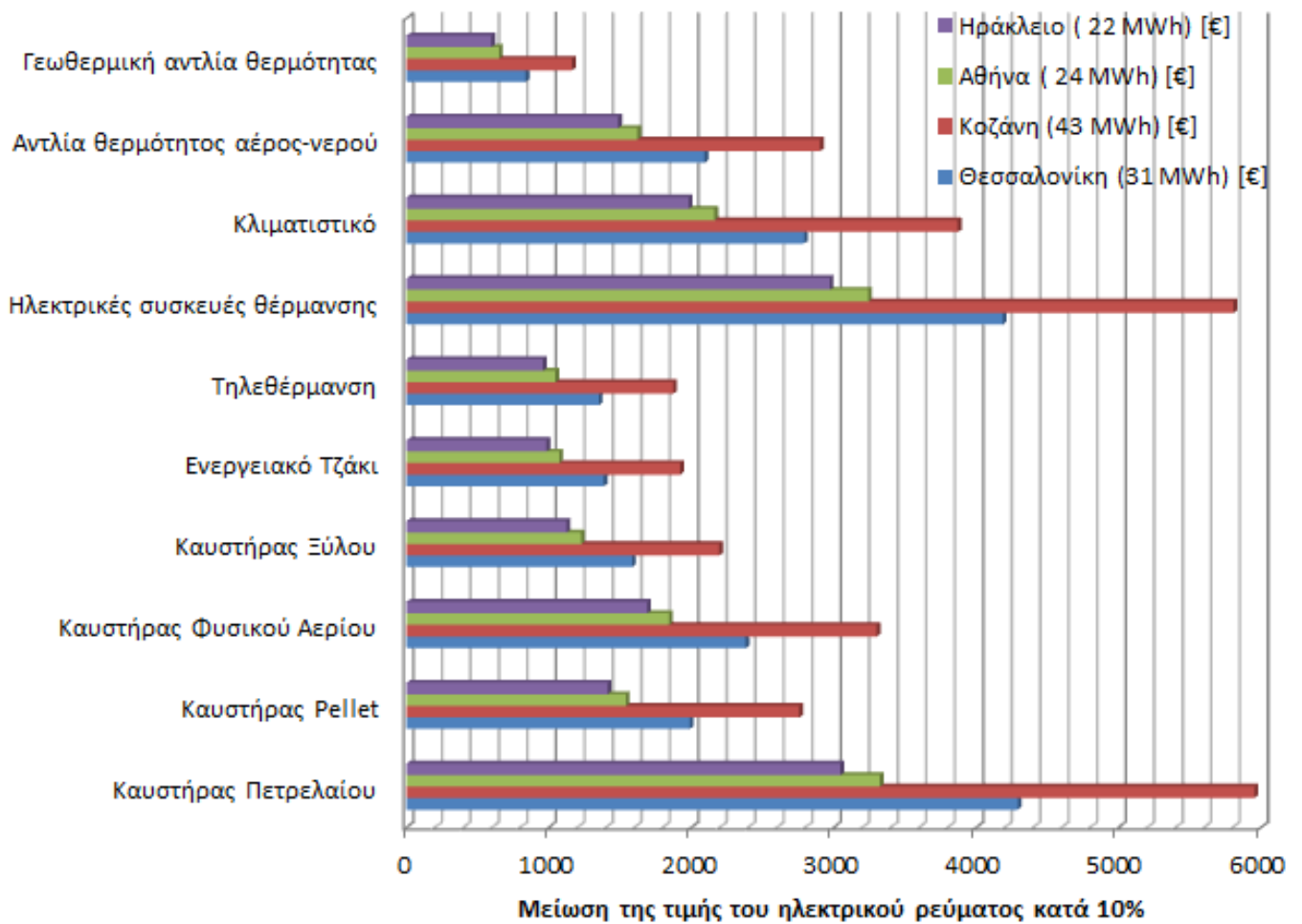


Διάγραμμα 6.3.29 Σύγκριση λειτουργικού κόστους μετά τη μείωση κατά 5% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα η μείωση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης ως προς τον λέβητα πετρελαίου καθώς η μέγιστη διαφορά στο λειτουργικό τους κόστος δεν ξεπερνά τα 200 [€]. Η μείωση όμως δεν φαίνεται να οφελεί στον ίδιο βαθμό το κλιματιστικό το οποίο συνεχίζει να έχει υψηλό λειτουργικό κόστος συγκριτικά με τον λέβητα φυσικού αερίου. Βέβαια, η αντλία θερμότητας αέρος-νερού αρχίζει να αποκτά μια υπολογίσιμη διαφορά στο λειτουργικό κόστος συγκριτικά με τον λέβητα φυσικού αερίου.

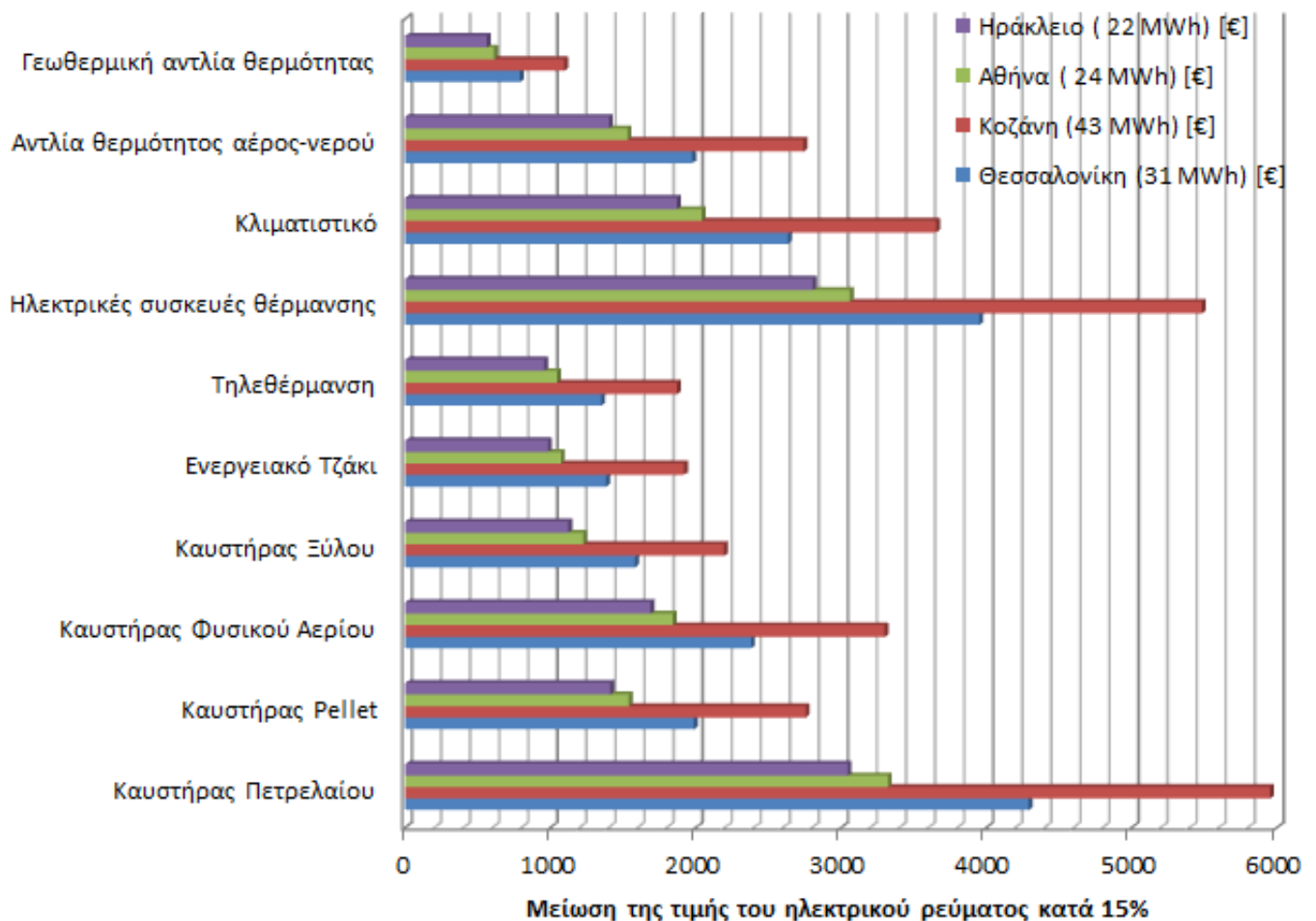
Τέλος, η γεωθερμική αντλία θερμότητας γίνεται ακόμη φθηνότερη ως προς την λειτουργία της συνεχίζοντας να έχει την πρώτη θέση ως το φθηνότερο σύστημα θέρμανσης. Ενδεικτικά να πούμε ότι για την οικεία που μελετάμε, συνολικής έκτασης 270 τ.μ για μια ολόκληρη χειμερινή περίοδο στη πόλη της Κοζάνης το συνολικό κόστος λειτουργίας δεν θα ξεπεράσει τα 1200 [€], έχοντας διαφορά από το αμέσως φθηνότερο σύστημα θέρμανσης που είναι η τηλεθέρμανση περίπου στα 600 [€].

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε την επίδραση της μεταβολής κατά 10% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος στα λειτουργικά κόστη των υπο μελέτη συστημάτων και



Διάγραμμα 6.3.30 Σύγκριση λειτουργικού κόστους μετά τη μείωση κατά 10% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι η αντλία θερμότητα αέρος-νερού αφενός αποκτά σχεδόν το ίδιο λειτουργικό κόστος με τον λέβητα pellet και αφετέρου γίνεται αρκετά πιο οικονομική σε σχέση με τον καυστήρα φυσικού αερίου. Οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης μετατρέπονται στο δεύτερο ακριβότερο σύστημα θέρμανσης ως προς την λειτουργία του μετά τον λέβητα πετρελαίου ενώ η διαφορά από το κλιματιστικό που είναι το αμέσως πιο οικονομικό σύστημα θέρμανσης είναι αρκετά μεγάλη. Τέλος, η γεωθερμική αντλία θερμότητας δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλες διαφορές από το προηγούμενο διάγραμμα καθώς τα ήδη χαμηλά λειτουργικά έξοδα που εμφάνιζε εξ' αρχής επηρεάζονται σε πολύ μικρό βαθμό από τις μεταβολές στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.



Διάγραμμα 6.3.31 Σύγκριση λειτουργικού κόστους μετά τη μείωση κατά 15% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η γεωθερμική αντλία θερμότητας αποκτά πλέον το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος σε σχέση με όλα τα συστήματα. Οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης αποκτούν ένα μικρό πλεονέκτημα έναντι του λέβητα πετρελαίου αλλά εξακολουθούν να είναι ένα ακριβό σύστημα θέρμανσης. Η αντλία θερμότητας αέρος-νερού ξεπερνά σε λειτουργικό κόστος τον λέβητα pellet ενώ το κλιματιστικό συνεχίζει να έχει την ίδια θέση με πριν.

Ας δούμε λοιπόν τα λειτουργικά κόστη που προκύπτουν στο σύνολο των 35 χρόνων.



<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>								
	Θεσσαλονίκη		Κοζάνη		Αθήνα		Ηράκλειο	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	150174	208305	208305	116262	116262	106574	106574
Καυστήρας Pellet	69552	69552	96475	96475	53847	53847	49359	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	83270	115503	115503	64466	64466	59094	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	55358	76786	76786	42858	42858	39285	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	48438	61188	61188	37500	37500	34375	34375
Τηλεθέρμανση	44838	42478	62194	58921	34713	32886	31820	30145
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	154613	146475	214463	203175	119700	113400	109725	103950
Κλιματιστικό	103075	97650	142975	135450	79800	75600	73150	69300
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	77306	73237	107231	101587	59850	56700	54862	51975
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	30922	29295	42892	40635	23940	22680	21945	20790

Πίνακας 6.3.69 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 5 και 10% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος

<b>Συνολικό Κόστος Θέρμανσης στα 35 χρόνια ζωής της οικείας [€]</b>				
	Θεσσαλονίκη	Κοζάνη	Αθήνα	Ηράκλειο
Καυστήρας Πετρελαίου	150174	208305	116262	106574
Καυστήρας Pellet	69552	96475	53847	49359
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	83270	115503	64466	59094
Καυστήρας Ξύλου	55358	76786	42858	39285
Ενεργειακό Τζάκι	48438	61188	37500	34375
Τηλεθέρμανση	40118	55647	31059	28470
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	138338	191888	107100	98175
Κλιματιστικό	92225	127925	71400	65450
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	69168	95943	53550	49087
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	27667	38377	21420	19635

Πίνακας 6.3.70 Σύγκριση Κόστους μετά την μείωση του κόστους κατά 15% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Βέβαια εκτός του συνολικού κόστους καλό θα ήταν σε αυτό το σημείο να κάνουμε μια αναφορά στη μεταβολή που προκαλείται εξ' αιτίας της μείωσης της τιμής της κιλοβατώρας της τηλεθέρμανσης στο σύνολο των 35 χρόνων.

	Θεσσαλονίκη			Κοζάνη		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	-8137	-16275	-24412	-11287	-22575	-33862
Κλιματιστικό	-5425	-10850	-16275	-7525	-15050	-22575
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	-4068	-8137	-12206	-5643	-11287	-16931
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	-1627	-3255	-4882	-2257	-4515	-6772
	Αθήνα			Ηράκλειο		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	-6300	-12600	-18900	-5775	-11550	-17325
Κλιματιστικό	-4200	-8400	-12600	-3850	-7700	-11550
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	-3150	-6300	-9450	-2887	-5775	-8662
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	-1260	-2520	-3780	-1155	-2310	-3465

Πίνακας 6.3.71 Μεταβολή του κόστους λειτουργίας στα 35 χρόνια μετά την μείωση στο κόστος κατά 5,10,15% στη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση παρουσιάζεται στη πόλη της Κοζάνης για το πιο ενεργοβόρο σύστημα που είναι οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι η μείωση του λειτουργικού κόστους οδηγεί στη συγκεκριμένη περίπτωση στην εξοικονόμηση πάνω από 30000 [€]. Αντιθέτως τα πιο αποδοτικά συστήματα δεν φαίνεται να επηρεάζονται και τόσο από τις μεταβολές. Για παράδειγμα η γεωθερμική αντλία θερμότητας βλέπουμε ότι σε συνολο 35 χρόνων δεν θα οφηληθεί πάνω από 7000 [€].

Συμπερασματικά να τονίσουμε ότι από τις αυξομειώσεις των τιμών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα. Πρώτον, οι μειώσεις των τιμών οφελούν περισσότερο τα λιγότερο αποδοτικά συστήματα καθώς οδηγεί σε μεγάλη μείωση του λειτουργικού τους κόστους συγκριτικά με τα πιο αποδοτικά συστήματα θέρμανσης. Δεύτερον, οι αυξήσεις των τιμών ενισχύουν ακόμη περισσότερο τον ανταγωνιστικό χαρακτήρα των συστημάτων με χαμηλό λειτουργικό κόστος καθώς η συγκεκριμένη μεταβολή τα επηρεάζει πολύ λιγότερο συγκριτικά με τα λιγότερο αποδοτικά συστήματα θέρμανσης τα οποία είναι αρκετά εκτεθειμένα.

Στο σημείο αυτό να τονίσουμε ότι η οικονομική ανάλυση του συγκεκριμένου τύπου δεν θα επεκταθεί ως προς τα συστήματα ψύξης και ζεστού νερού χρήσης. Ο λόγος είναι ότι στα συστήματα ψύξης όλα τα συστήματα λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα οπότε δεν θα είχε νόημα να μελετήσουμε την επίδραση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο όλα τα συστήματα. Στην περίπτωση του ζεστού νερού χρήσης τα συστήματα είναι ίδια με τα συστήματα της θέρμανσης με εξαίρεση το κλιματιστικό. Επομένως, οι μεταβολές στη τιμή για απρόβλεπτους παράγοντες έχει τις ίδιες επιδράσεις με αυτές που προέκυψαν για την περίπτωση των συστημάτων θέρμανσης.

## 6.4 Κρίσιμες τιμές λειτουργικού κόστους

Σε αυτή την ενότητα θα πραγματοποιηθεί η αντίστροφη διαδικασία από αυτή που μελετήθηκε στην ενότητα 6.3. Με άλλα λόγια αντί να μελετάμε την επίδραση των μεταβολών των τιμών στο λειτουργικό κόστος των συστημάτων θέρμανσης με σκοπό να δούμε την αλληλεπίδραση τους με τα υπόλοιπα συστήματα σε αυτή την ενότητα θα μελετήσουμε τις μέγιστες μεταβολές που μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω στις τιμές των διάφορων καυσίμων χωρίς ωστόσο να αλλάζει η κατάταξη των συστημάτων ως προς το λειτουργικό κόστος. Με άλλα λόγια θα μελετηθούν οι μέγιστες αυξήσεις ή μειώσεις μπορούν να απορροφηθούν από το κάθε σύστημα έτσι ώστε να μην ξεπεράσουν το λειτουργικό κόστος του αμέσως επόμενου ή αμέσως προηγούμενου συστήματος.

Το μέτρο σύγκρισης θα οριστεί το κόστος ανα παραγόμενη κιλοβατώρα το οποίο το παίρνουμε από τον παρακάτω πίνακα.

Σύστημα	Κόστος ανά KWh
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15
Καυστήρας Πετρελαίου	0.1384
Κλιματιστικό	0.1
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.0767
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.075
Καυστήρας Pellet	0.0641
Καυστήρας Ξύλου	0.0515
Ενεργειακό Τζάκι	0.0446
Τηλεθέρμανση	0.0435
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.03

Πίνακας 6.4.1 Κόστος [€] ανα κιλοβατώρα [KWh]

Προκειμένου να υπολογίσουμε τα ποσοστά μέγιστων αυξήσεων ή μειώσεων που μπορεί να απορροφήσει το κάθε σύστημα χωρίς να αλλάξει η κατάταξή του στον προηγούμενο πίνακα θα αφαιρούμε την τιμή της κιλοβατώρας του εξεταζόμενου συστήματος θέρμανσης από το αμέσως επόμενο και στη συνέχεια θα διαιρούμε με την τιμή της κιλοβατώρας του καυσίμου που μελετάμε.

Στη περίπτωση των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης θα γίνει εξέταση μόνο ως προς την επιτρεπτή μείωση της τιμής καθώς είναι το πιο ακριβό σύστημα θέρμανσης ως προς το λειτουργικό του κόστος ενώ στη περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας θα γίνει μελέτη μόνο ως προς το ποσοστό της μέγιστης αύξησης καθώς είναι το φθηνότερο σύστημα ως προς το λειτουργικό του κόστος.

Σύστημα	Κόστος ανά kWh	Μέγιστη μείωση (%)	Μέγιστη αύξηση (%)
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης	0.15	7.73	
Καυστήρας Πετρελαίου	0.1384	27.74	8.38
Κλιματιστικό	0.1	23.3	38.4
Καυστήρας Φυσικού Αερίου	0.0767	2.21	30.3
Αντλία θερμότητας αέρος-νερού	0.075	14.5	2.26
Καυστήρας Pellet	0.0641	19.65	17
Καυστήρας Ξύλου	0.0515	13.39	24.46
Ενεργειακό Τζάκι	0.0446	2.46	15.47
Τηλεθέρμανση	0.0435	31.03	2.52
Γεωθερμική αντλία θερμότητας	0.03		45

Πίνακας 6.4.2 Μέγιστες ποσοστιαίες μεταβολές στις αυξήσεις και τις μειώσεις των τιμών

Αυτό που μας ενδιαφέρει περισσότερο είναι οι αύξηση των τιμών οι οποίες έχουν και περισσότερες πιθανότητες να συμβούν δεδομένου της οικονομικής συγκριρίας που διανύουμε. Σε αυτή τη περίπτωση βλέπουμε ότι τις μέγιστες αυξήσεις μπορεί να τις δεχθεί η γεωθερμική αντλία θερμότητας. Με άλλα λόγια, εάν η αύξηση του ηλεκτρικού ρεύματος δεν ξεπερνά το 45% της σημερινής του αξίας θα εξακολουθεί να είναι πιο φθηνό σύστημα ως προς το λειτουργικό του κόστος συγκριτικά με την τηλεθέρμανση. Την μικρότερο ποσοστό αύξησης φαίνεται να μπορεί να το αποδεχθεί η αντλία θερμότητας αέρος νερού καθώς το λειτουργικό της κόστος είναι πολύ κοντά σε εκείνο του λέβητα φυσικού αερίου.

Όσο αφορά τις μειώσεις των τιμών στην πιο ευνοϊκή θέση βρίσκεται ο λέβητας φυσικού αερίου καθώς μια μικρή μείωση στο λειτουργικό του κόστος θα μπορούσε να το καταστήσει πιο ανταγωνιστικό σύστημα από την αντλία θερμότητας αέρος-νερού. Την ασφαλέστερη θέση φαίνεται να την έχει και πάλι η γεωθερμική αντλία θερμότητας καθώς το λειτουργικό κόστος της τηλεθέρμανσης θα πρέπει να μειωθεί κατά 31% προκειμένου να γίνει πιο ανταγωνιστικό.

## 6.5 Συνολικό Κόστος στα 35 χρόνια και απόσβεση συστημάτων

### 6.5.1 Θέρμανση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα συνδυάσουμε το κόστος εγκατάστασης με το λειτουργικό κόστος του κάθε συστήματος και στη συνέχεια θα μελετήσουμε το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο πραγματοποιείται απόσβεση.

Πιο συγκεκριμένα, στο κόστος εγκατάστασης διακρίνουμε δύο περιπτώσεις καθώς ορισμένα συστήματα έχουν την δυνατότητα να συνεργαστούν είτε με καλοριφέρ είτε με ενδοδαπέδια. Στο λειτουργικό κόστος θα διακρίνουμε μια περίπτωση καθώς η μελέτη θα γίνει μόνο για τις τιμές που ισχύουν σήμερα και δεν θα επεκταθεί στις περιπτώσεις όπου οι τιμές μεταβάλλονται λόγω απρόβλεπτων παραγόντων.

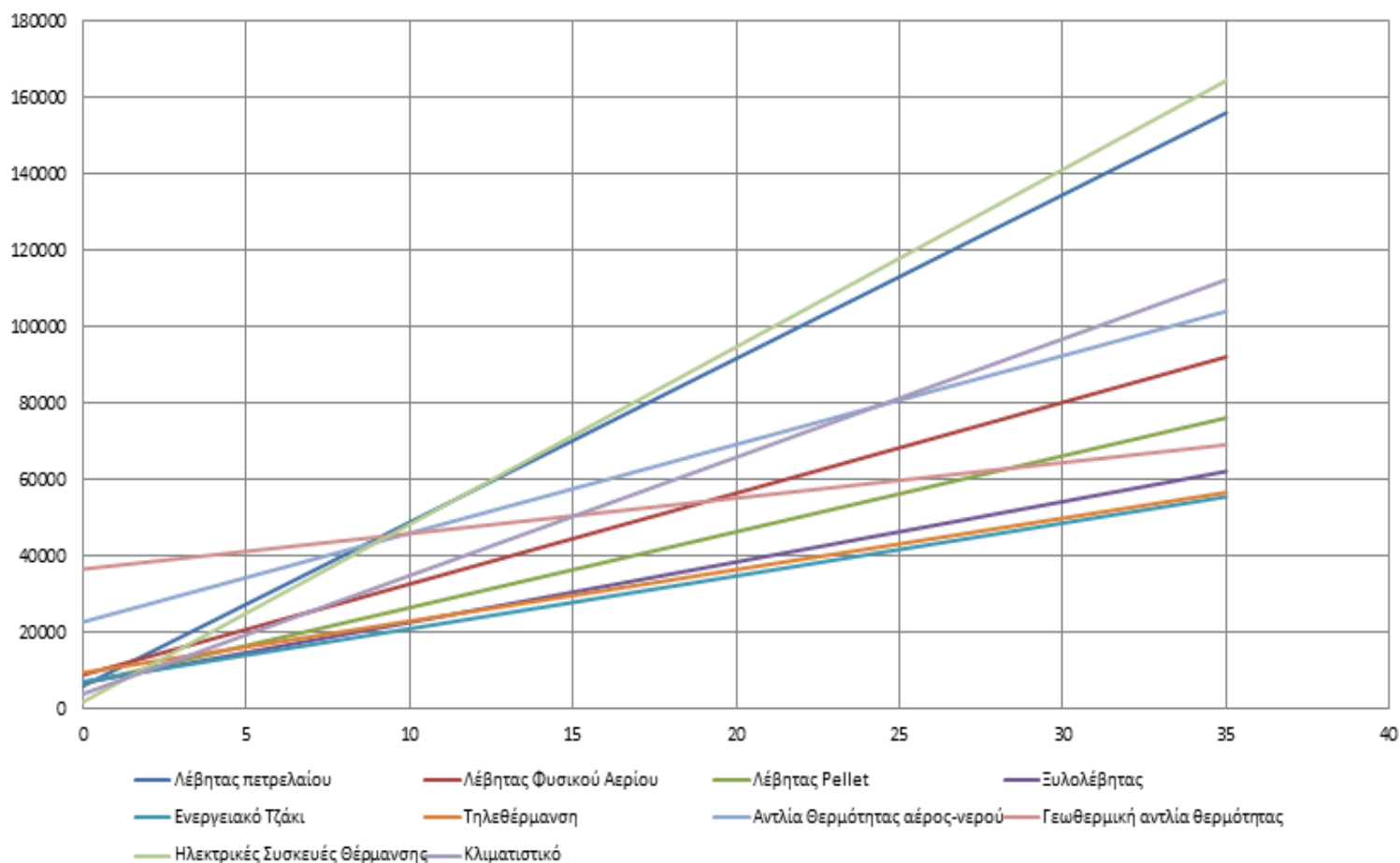
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το λειτουργικό κόστος καθώς και το κόστος εγκατάστασης του κάθε συστήματος θέρμανσης για την περίπτωση της Θεσσαλονίκης όπου η ισχύς είναι 22 [kW].

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης			Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος
	Καλοριφέρ	Ενδοδαπέδια	Χωρίς Σύστημα Διανομής	
Λέβητας πετρελαίου	5935	16860		4291
Λέβητας Φυσικού Αερίου	8885	19810		2380
Λέβητας Pellet	6635	17560		1988
Ξυλολέβητας	6835	17760		1582
Ενεργειακό Τζάκι	7135	18060		1384
Τηλεθέρμανση	9485	20410		1349
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού		22760		2325
Γεωθερμική αντλία θερμότητας		31060		930
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης			1800	4650
Κλιματιστικό			3900	3100

Πίνακας 6.5.1 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης τοποθετείται στη Θεσσαλονίκη

Στη συνέχεια θα δημιουργήσουμε δύο διαγράμματα. Στο πρώτο τα συστήματα του λέβητα πετρελαίου, φυσικού αερίου, pellet, ξύλου, της τηλεθέρμανσης και του ενεργειακού τζακιού θα έχουν ως σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας τα καλοριφέρ ενώ στη δεύτερη περίπτωση θα έχουν ενδοδαπέδια.

## Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια

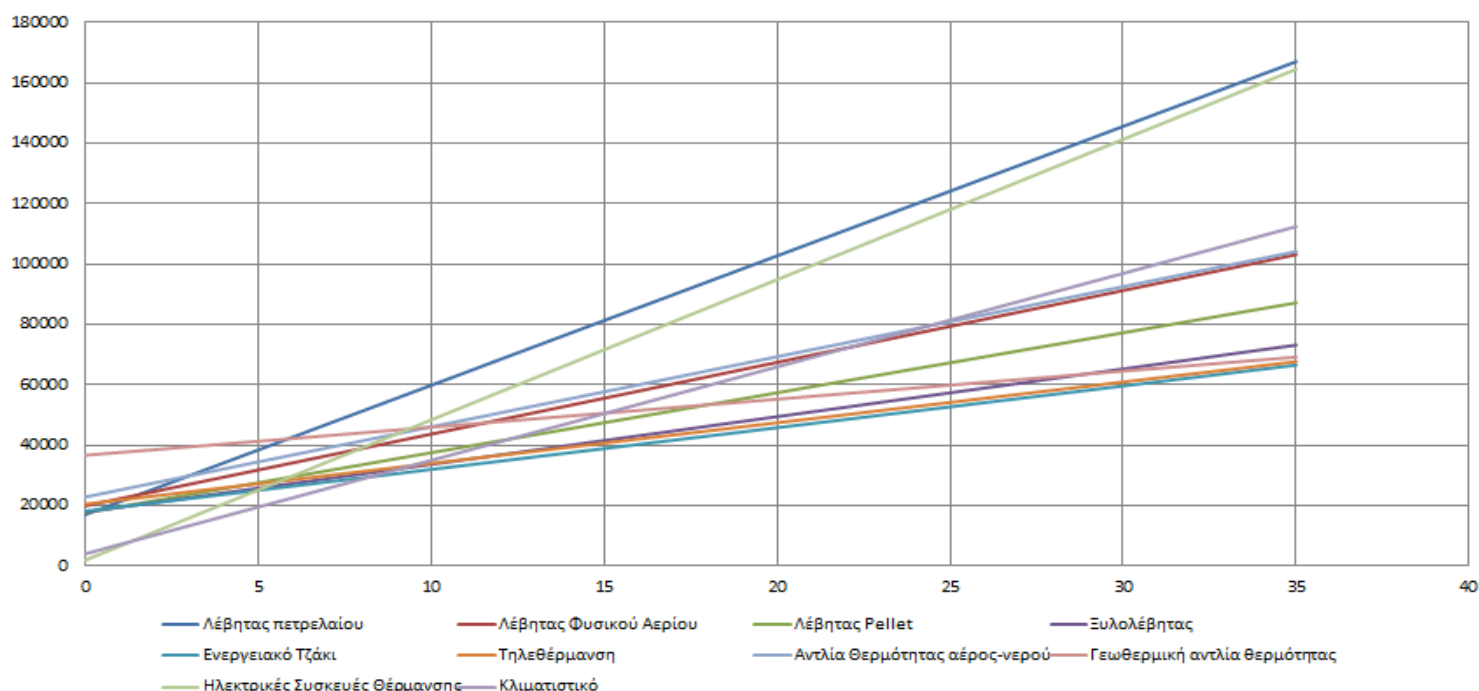


Διάγραμμα 6.5.1 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη της Θεσσαλονίκης όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας καλοριφέρ.

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα ο λέβητας πετρελαίου με τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης είναι από τα ακριβότερα συστήματα και βγαίνουν εκτός ανταγωνισμού συγκριτικά με τα υπόλοιπα συστήματα σε λιγότερο από μια δεκαετία. Στη συνέχεια έχουμε το κλιματιστικό και την αντλία θερμότητας αέρος-νερού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το κλιματιστικό παρά το ότι έχει πολύ χαμηλό κόστος εγκατάστασης στο σύνολο των 35 χρόνων αποδεικνύεται ένα ακριβό σύστημα και αυτό οφείλεται κυρίως στο υψηλό λειτουργικό κόστος. Στη συνέχεια έχουμε τον λέβητα φυσικού αερίου και τον λέβητα pellet και φαίνεται να έχουν μια μέση τιμή συνολικού κόστους ενώ η απόσβεσή τους συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου πραγματοποιείται σε λιγότερο από πέντε χρόνια. Τέλος, έχουμε την γεωθερμική αντλία θερμότητας, τη τηλεθέρμανση, τον ξυλολέβητα και το ενεργειακό τζάκι που είναι από τα φθηνότερα συστήματα. Η γεωθερμική αντλία θερμότητας αποσβένεται συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου σε περίπου οκτώ χρόνια ενώ τα υπόλοιπα συστήματα σε λιγότερο από πέντε.

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε το συνολικό κόστος μόνο που χρησιμοποιήσουμε όπου είναι δυνατό την ενδοδαπέδια. Το συνολικό κόστος που προκύπτει παρουσιάζεται παρακάτω.

### Συνολικό Κόστος στα 35 χρόνια



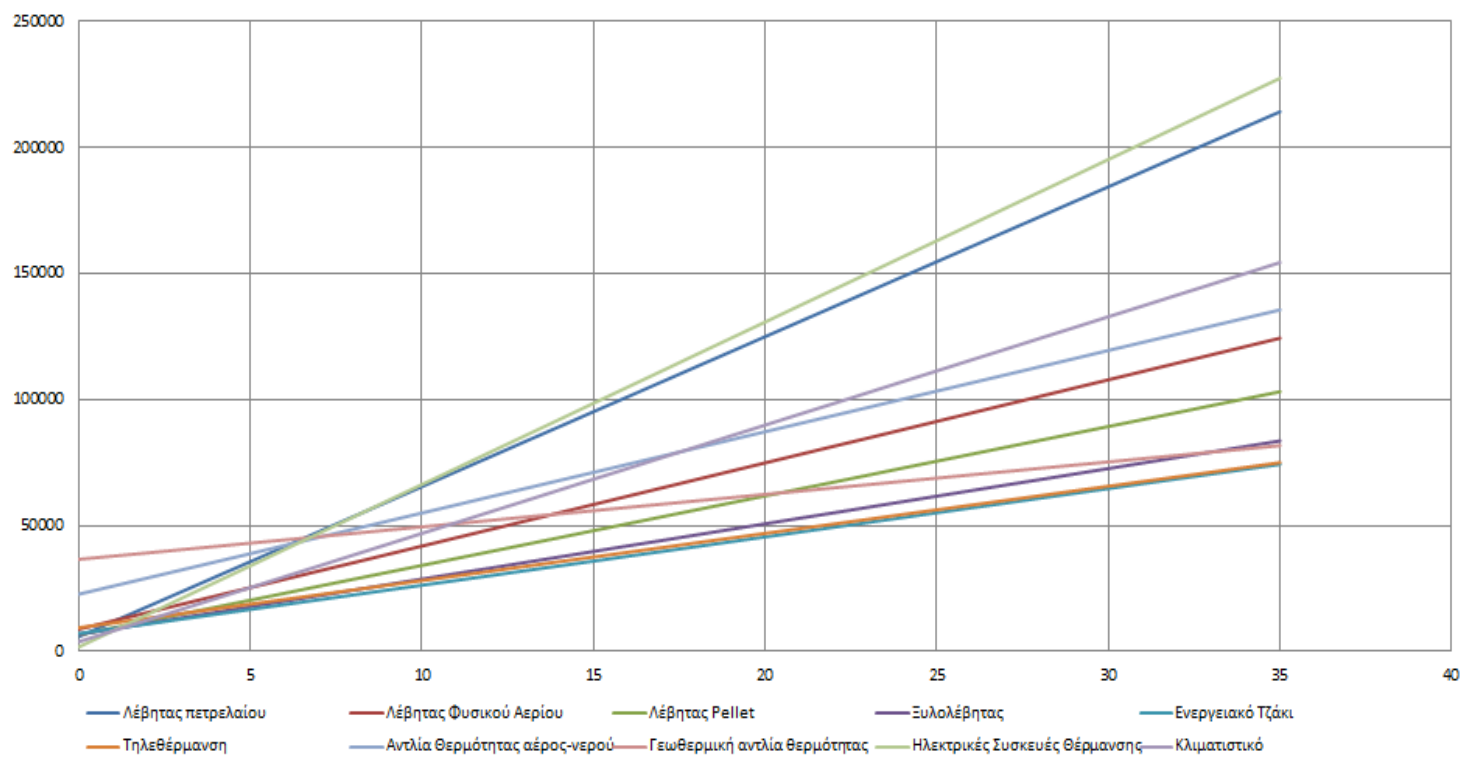
Διάγραμμα 6.5.2 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη της Θεσσαλονίκης όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας ενδοδαπέδια.

Στο διάγραμμα διακρίνουμε τρία βασικά τμήματα. Στο πρώτο έχουμε τον λέβητα πετρελαίου και τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης όπου είναι τα ακριβότερα συστήματα θέρμανσης και το συνολικό τους κόστος ξεπερνά τα 160000 [€]. Στη μεσαία κατηγορία έχουμε τον λέβητα φυσικού αερίου, τον λέβητα pellet, την αντλία θερμότητας αέρος-νερού και το κλιματιστικό τα οποία σε σύγκριση με τον λέβητα πετρελαίου αποσβένονται σε λιγότερο από δέκα χρόνια. Στο τρίτο και τελευταίο τμήμα παρουσιάζονται τα συστήματα με το χαμηλότερο κόστος τα οποία είναι η τηλεθέρμανση, ο ξυλολέβητας, το ενεργειακό τζάκι και η γεωθερμική αντλία θερμότητας με συνολικό κόστος κοντά στα 70000 [€] και απόσβεση συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου σε λιγότερο από πέντε χρόνια.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης			Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος
	Καλοριφέρ	Ενδοδαπέδια	Χωρίς Σύστημα Διανομής	
Λέβητας πετρελαίου	6485	16860		5952
Λέβητας Φυσικού Αερίου	9835	19810		3300
Λέβητας Pellet	7285	17560		2757
Ξυλολέβητας	7485	17760		2194
Ενεργειακό Τζάκι	7785	18060		1919
Τηλεθέρμανση	10485	20410		1871
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού		22760		3225
Γεωθερμική αντλία θερμότητας		39360		1290
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης			2200	6450
Κλιματιστικό			5200	4300

Πίνακας 6.5.2 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης τοποθετείται στη πόλη της Κοζάνης.

### Συνολικό Κόστος στα 35 χρόνια



Διάγραμμα 6.5.3 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη της Κοζάνης όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας καλοριφέρ.

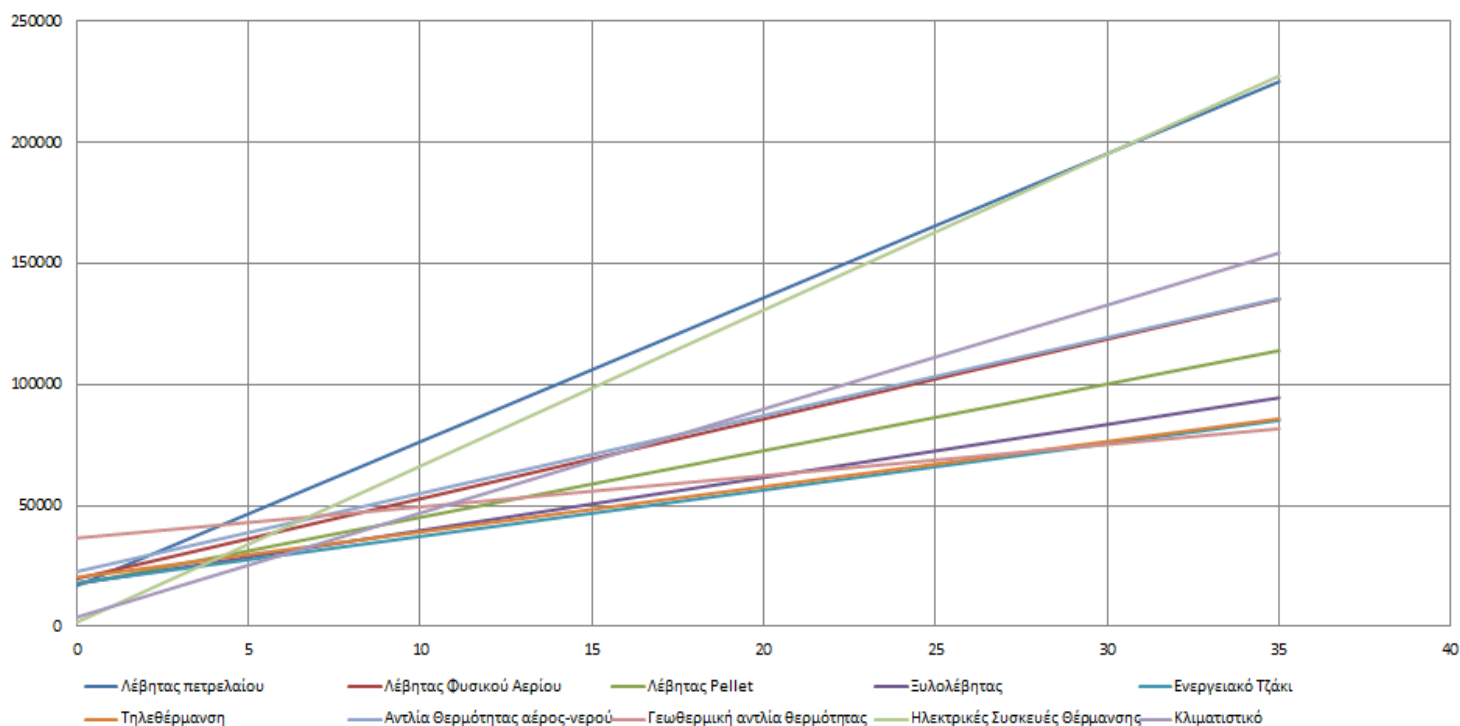
Όπως βλέπουμε από το διάγραμμα λόγω των μεγαλύτερων ενεργειακών απαιτήσεων που έχουμε τα αποδοτικότερα συστήματα βρίσκονται σε πλεονεκτικότερη θέση ενώ τα λιγότερο αποδοτικά σε πιο μειονεκτική. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι η γεωθερμική αντλία θερμότητας γίνεται πιο οικονομική από τον ξυλολέβητα αλλά η συνολική διαφορά στο κόστος είναι πολύ μικρή. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι δεν εμφανίζονται μεγάλες διαφορές σχετικά με την κατάταξη των διάφορων συστημάτων αλλά αυτό που αλλάζει σε μεγάλο βαθμό είναι το συνολικό κόστος και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπως ο λέβητας πετρελαίου και των ηλεκτρικών συσκευών θέρμανσης όπου ξεπερνάει τα 200000 [€].

Τα χρονικά διαστήματα των αποβέσεων βλέπουμε ότι δεν μεταβάλλονται σε σχέση με πρίν. Ενδεικτικά να αναφέρουμε ότι οποιοδήποτε σύστημα και εάν έχουμε η απόσβεση συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου και τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης πραγματοποιείται σε λιγότερο από επτά χρόνια.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την ίδια περίπτωση μόνο που αυτή τη φορά ως σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας θα επιλεγεί η ενδοδαπέδια.



### Συνολικό Κόστος στα 35 χρόνια



Διάγραμμα 6.5.4 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη της Κοζάνης όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας ενδοδαπέδια.

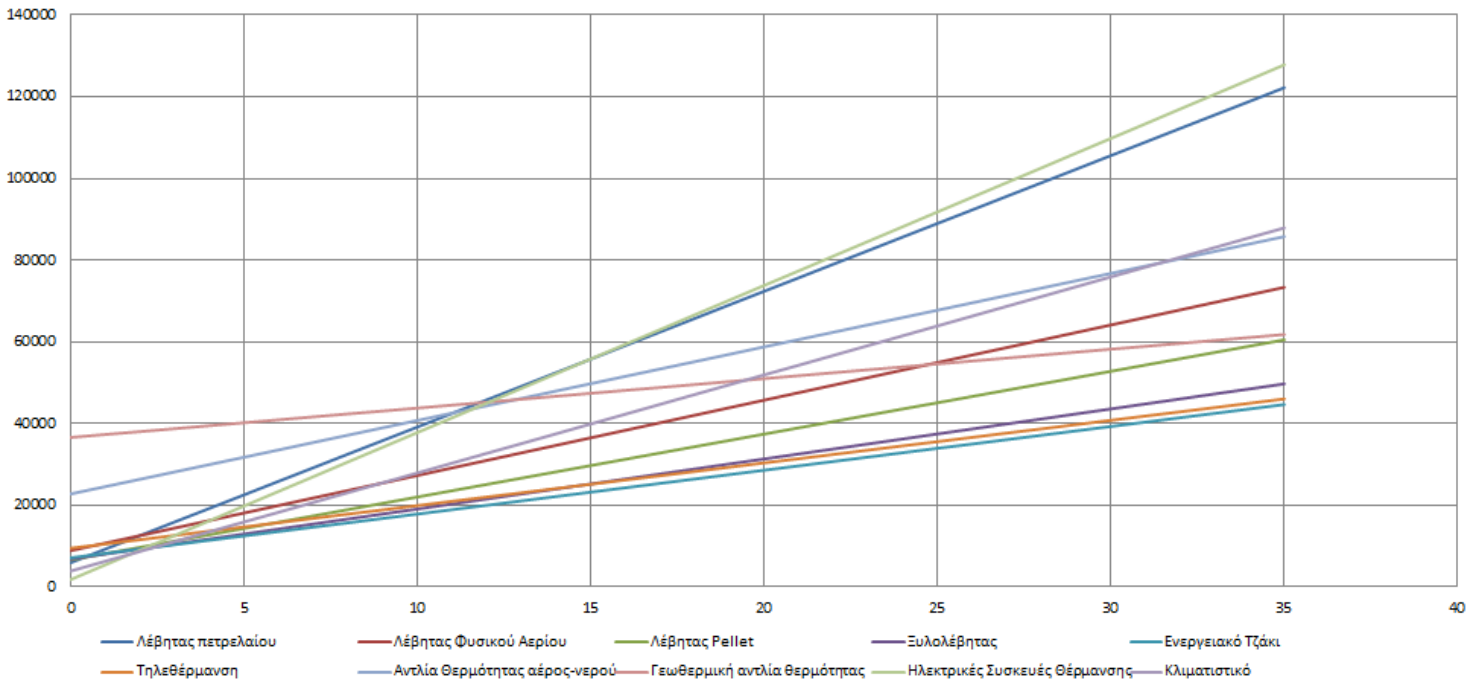
Όπως παρατηρούμε η απόσβεση όλων των συστημάτων, εκτός από τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης, σε σχέση με τον λέβητα πετρελαίου πραγματοποιείται σε λιγότερο από πέντε χρόνια. Η κατατάξεις παραμένουν ίδιες για όλα τα συστήματα με εξαίρεση την γεωθερμική αντλία θερμότητας όπου μετατρέπεται στο φθηνότερο σύστημα θέρμανσης με την διαφορά όμως από το ενεργειακό τζάκι και την τηλεθέρμανση να μην ξεπερνά τα 10000 [€].

Στη συνέχεια θα πραγματοποιήσουμε την ίδια ανάλυση για την πόλη της Αθήνας.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης			Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος
	Καλοριφέρ	Ενδοδαπέδια	Χωρίς Σύστημα Διανομής	
Λέβητας πετρελαίου	5835	16860		3322
Λέβητας Φυσικού Αερίου	8785	19810		1842
Λέβητας Pellet	6535	17560		1539
Ξυλολέβητας	6735	17760		1225
Ενεργειακό Τζάκι	7035	18060		1072
Τηλεθέρμανση	9385	20410		1044
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού		22760		1800
Γεωθερμική αντλία θερμότητας		33860		720
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης			1600	3600
Κλιματιστικό			3900	2400

Πίνακας 6.5.3 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης τοποθετείται στην Αθήνα.

**Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια**

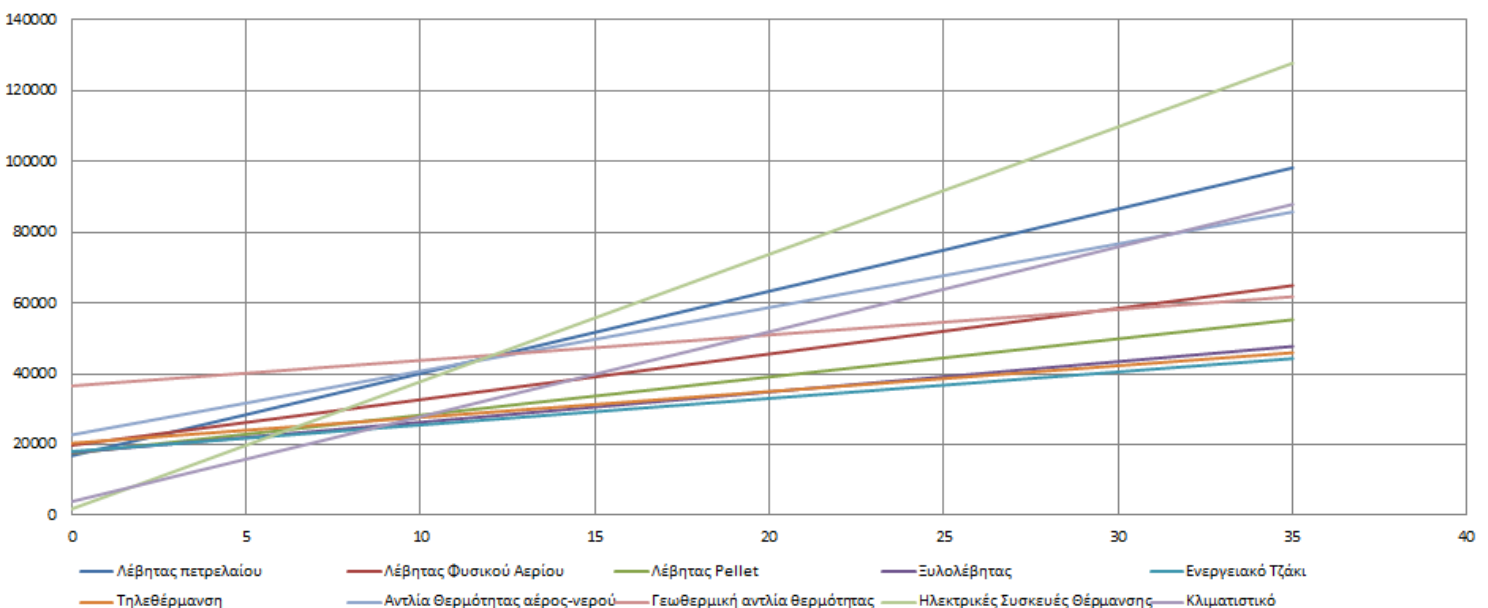


**Διάγραμμα 6.5.5** Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη της Αθήνας όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας καλοριφέρ.

Βλέπουμε ότι η απόσβεση των διάφορων συστημάτων συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου μπορεί να φτάσει τα δώδεκα χρόνια όπως συμβαίνει στη περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας ή να γίνει σε περίπου ένα χρόνο όπως συμβαίνει στη περίπτωση του ενεργειακού τζακιού.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την ίδια περίπτωση και αντί για καλοριφέρ θα τοποθετήσουμε ως σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας την ενδοδαπέδια.

**Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια**



**Διάγραμμα 6.5.6** Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη της Αθήνας όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας ενδοδαπέδια.

Όπως παρατηρούμε η ενδοδαπέδια μειώνει το λειτουργικό κόστος κατά 30% με αποτέλεσμα τα συστήματα να γίνονται πιο αποδοτικά κατά την λειτουργία τους και άρα πιο οικονομικά. Η απόσβεση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε σχέση με τον λέβητα πετρελαίου παρατηρούμε ότι γίνεται σε περίπου δεκατρία χρόνια και στο σύνολο των τριανταπέντε χρόνων προκύπτει μια διαφορά στο συνολικό κόστος περίπου στα 40000 [€].

Η πιο σύντομη απόσβεση πραγματοποιείται από το ενεργειακό τζάκι καθώς γίνεται στον πρώτο χρόνο λειτουργίας. Αρκετά ανταγωνιστικό φαίνεται να είναι και το σύστημα θέρμανσης μέσω λέβητα pellet καθώς η απόσβεση συγκριτικά με τον λέβητα πετρελαίου γίνεται από τον πρώτο χρόνο και η συνολική διαφορά στο σύνολο των τριανταπέντε χρόνων ισούται με περίπου 50000 [€].

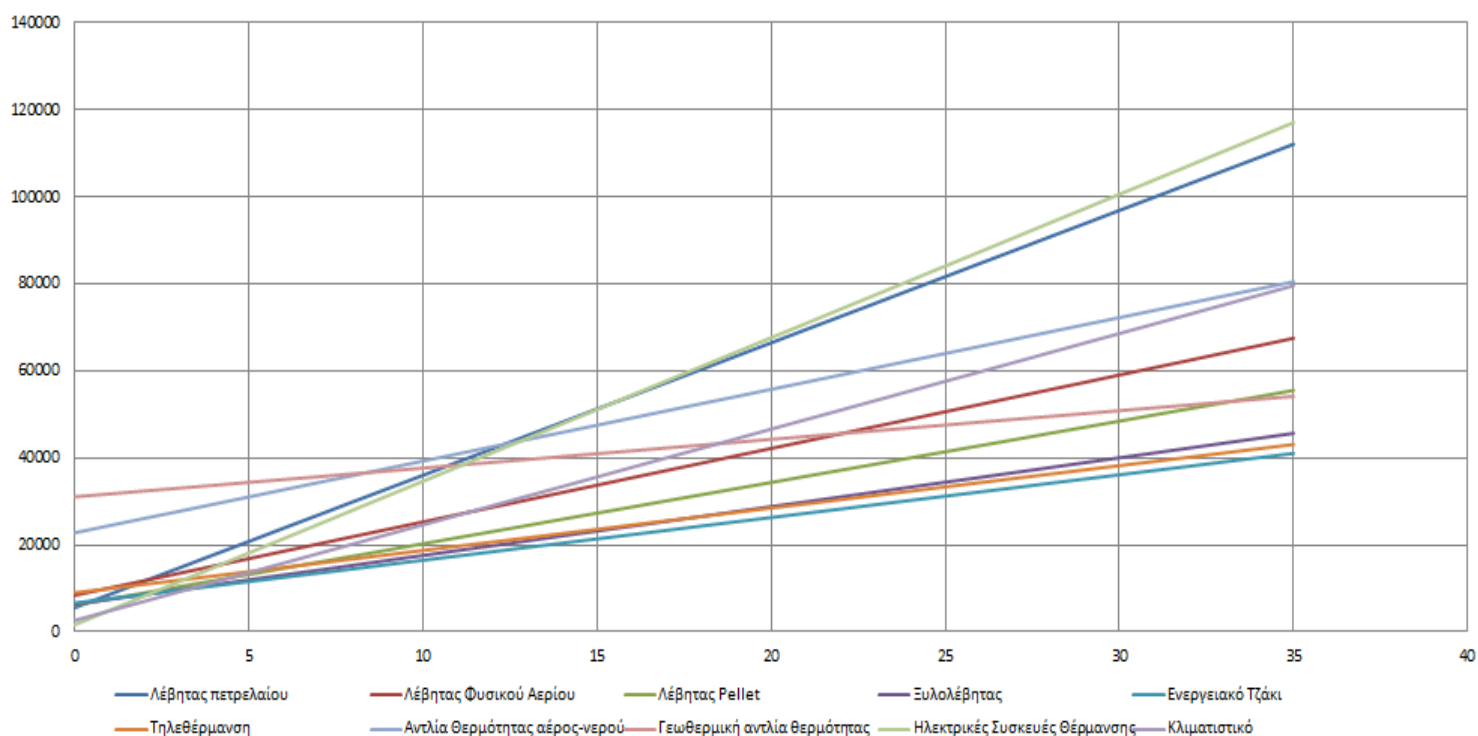
Στη συνέχεια θα περάσουμε στην τελευταία περίπτωση όπου έχουμε την πόλη του Ηρακλείου.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης			Ετήσιο Λειτουργικό Κόστος
	Καλοριφέρ	Ενδοδαπέδια	Χωρίς Σύστημα Διανομής	
Λέβητας πετρελαίου	5535	16860		3045
Λέβητας Φυσικού Αερίου	8385	19810		1689
Λέβητας Pellet	6135	17560		1411
Ξυλόλεβητας	6335	17760		1123
Ενεργειακό Τζάκι	6635	18060		983
Τηλεθέρμανση	8985	20410		957
Αντλία Θερμότητας αέρος-νερού		22760		1650
Γεωθερμική αντλία θερμότητας		31060		660
Ηλεκτρικές Συσκευές Θέρμανσης			1600	3300
Κλιματιστικό			2600	2200

Πίνακας 6.5.4 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης τοποθετείται στο Ηράκλειο.

Όπως ήδη αναφέραμε η μελέτη θα διαχωριστεί σε δύο περιπτώσεις. Στη πρώτη το σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας θα είναι τα καλοριφέρ και στην άλλη η ενδοδαπέδια. Στη περίπτωση της ενδοδαπέδιας, αυξάνεται ο συνολικός ενεργειακός βαθμός απόδοσης καθώς το σύστημα μας λειτουργεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες με αποτέλεσμα το λειτουργικό κόστος να μειώνεται κατά 30%.

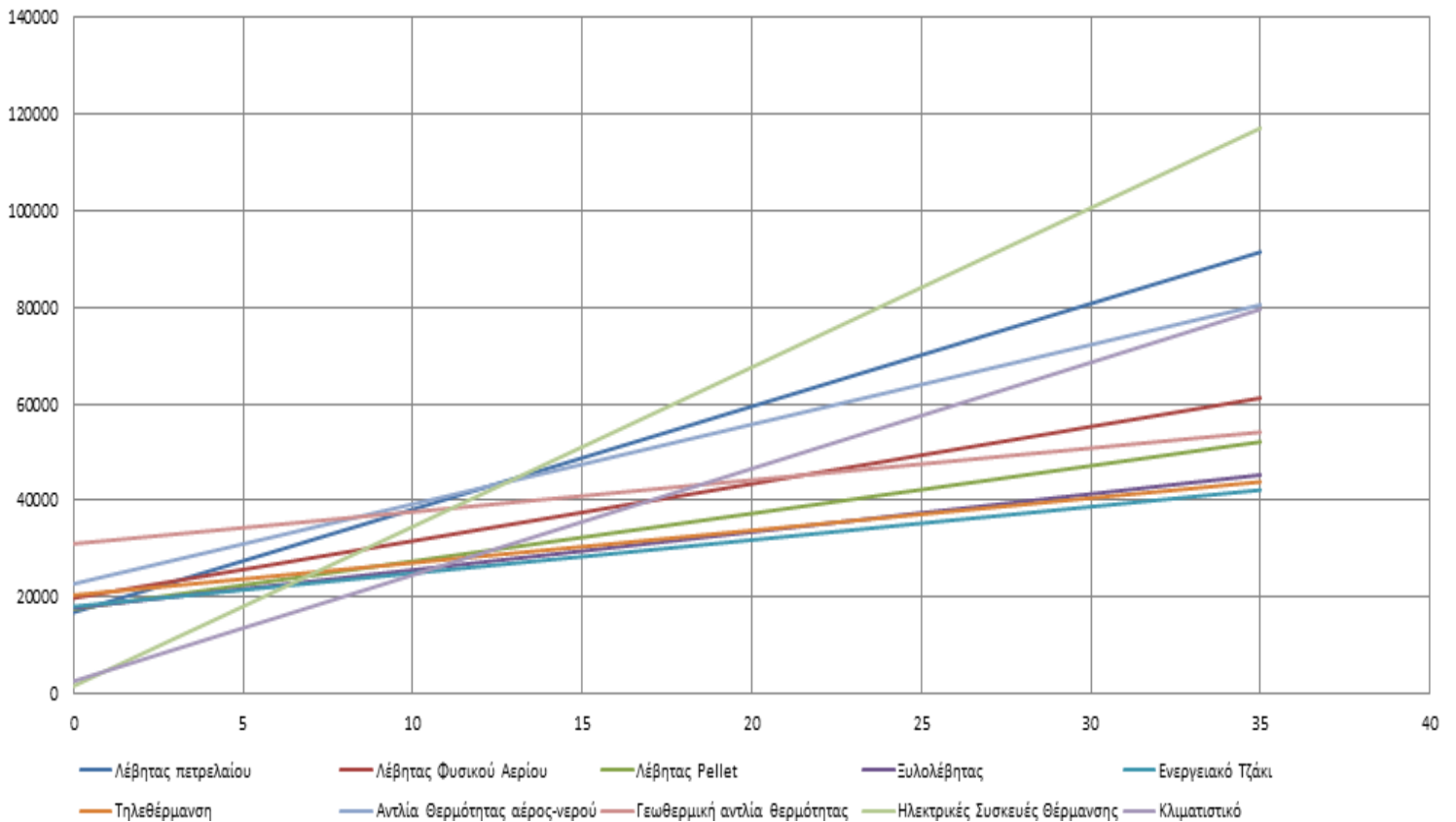
### Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια



Διάγραμμα 6.5.7 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη του Ηρακλείου όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας καλοριφέρ.

Συγκρίνοντας τα διάφορα συστήματα θέρμανσης με τον λέβητα πετρελαίου και τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης καθώς έχουμε παρόμοιο συνολικό κόστος, παρατηρούμε ότι η γεωθερμική αντλία θερμότητας και το κλιματιστικό αποσβένεται περίπου στα έντεκα χρόνια ενώ τα υπόλοιπα συστήματα έχουν αποσβεστεί σε λιγότερο από μια πενταετία. Οι συνολικές διαφορές που προκύπτουν είναι αρκετά μεγάλες καθώς φτάνουν από 35000 [€] για το κλιματιστικό και την αντλία θερμότητας αέρος-νερού σε σχέση με τον λέβητα πετρελαίου ενώ μεγιστοποιείται με το ενεργειακό τζάκι, την τηλεθέρμανση και τον ξυλολέβητα φτάνοντας τα 70000 [€].

## Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια



Διάγραμμα 6.5.7 Συνολικό κόστος στα 35 χρόνια για την πόλη του Ηρακλείου όπου έχουμε για σύστημα διανομής της παραγόμενης θερμότητας ενδοδαπέδια.

Όπως παρατηρούμε μπορεί το αρχικό κόστος εγκατάστασης να αυξάνεται αλλά στο σύνολο των τριανταπέντε χρόνων το συνολικό κόστος μειώνεται αισθητά. Ενδεικτικά να αναφέρουμε την περίπτωση του λέβητα πετρελαίου ο οποίος εξοικονομεί μέσω της ενδοδαπέδιας περίπου στα 25000 [€]. Το ποσό αυτό βέβαια δεν είναι αρκετό για να κάνει πιο ανταγωνιστικό το συγκεκριμένο σύστημα με τα υπόλοιπα αν εξαιρέσουμε τις ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης.

Αξιοσημείωτο είναι ότι το κλιματιστικό και οι ηλεκτρικές συσκευές θέρμανσης παρα το ότι έχουν από τα πιο φθηνά κόστη εγκατάστασης το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα χάνεται σε λιγότερο από μια δεκαετία.

Το χαμηλότερο κόστος το εμφανίζει ο ξυλολέβητας, το ενεργειακό τζάκι και η τηλεθέρμανση ενώ εξίσου οικονομικές λύσεις φαίνεται να αποτελούν τα συστήματα της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του λέβητα pellet καθώς η διαφορά δεν ξεπερνάει τα 10000 [€] και είναι πιο οικολογικές λύσεις.

## 6.5.2 Ψύξη

Στη περίπτωση της ψύξης τα πράγματα απλοποιούνται καθώς έχουμε να μελετήσουμε τρία συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε το κλιματιστικό, την αντλία θερμότητας αέρος-νερού και την γεωθερμική αντλία θερμότητας. Τόσο η αντλία θερμότητας αέρος-νερού όσο και η γεωθερμική αντλία θερμότητας λειτουργούν με το σύστημα της ενδοδαπέδιας προκειμένου να διανέμουν την παραγόμενη θερμότητα στο χώρο που θέλουμε να ψύξουμε ενώ το κλιματιστικό δεν απαιτεί κάποιο σύστημα με αποτέλεσμα το κόστος εγκατάστασης να είναι πολύ πιο χαμηλό. Αφού συνδυάσουμε το κόστος εγκατάστασης με το λειτουργικό κόστος στη συνέχεια θα επεκτείνουμε την ανάλυσή μας σε χρονικό διάστημα τριανταπέντε χρόνων και θα προκύψουν τα σχετικά συμπεράσματα με την απόσβεση των συστημάτων σε σύγκριση με το κλιματιστικό που είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα ψύξης στη χώρα μας.

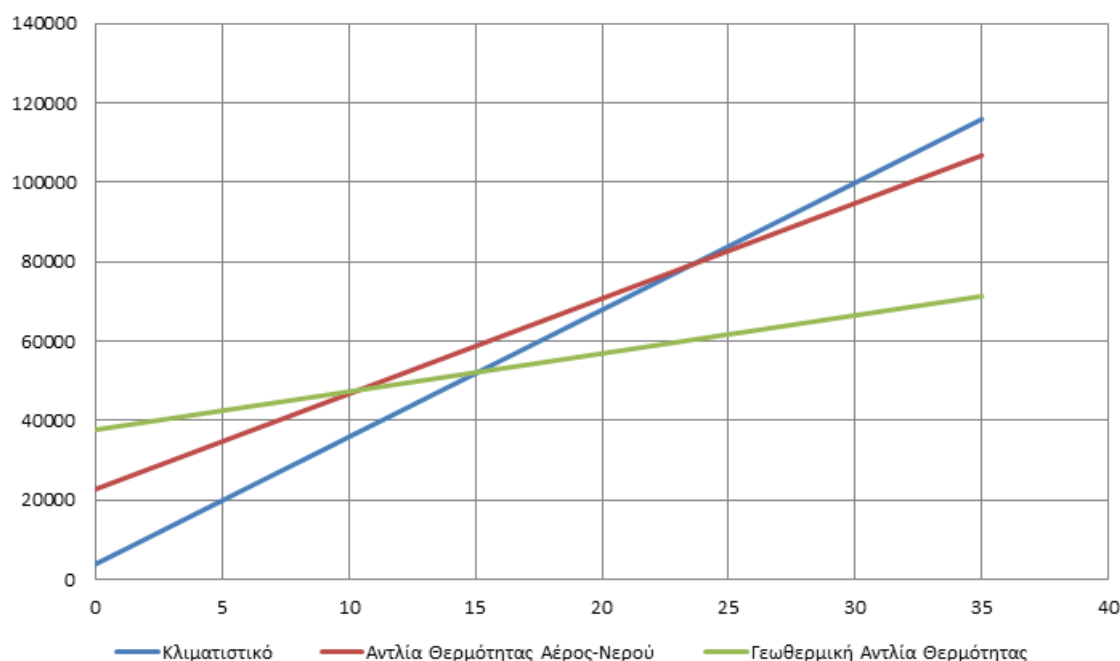
Θα ξεκινήσουμε την ανάλυσή μας με την πόλη της Θεσσαλονίκης.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας
Κλιματιστικό	3900	3200
Αντλία Θερμότητας Αέρος-Νερού	22760	2400
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας	37710	960

Πίνακας 6.5.2.1 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα ψύξης τοποθετείται στη Θεσσαλονίκη.

Συνδυάζοντας τα κόστη και επεκτείνοντας την ανάλυση στα συνολικά χρόνια χρήσης της οικείας προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.

### Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια



Διάγραμμα 6.5.2.1 Συνολικό κόστος της ψύξης για την Θεσσαλονίκη στα τριανταπέντε χρόνια

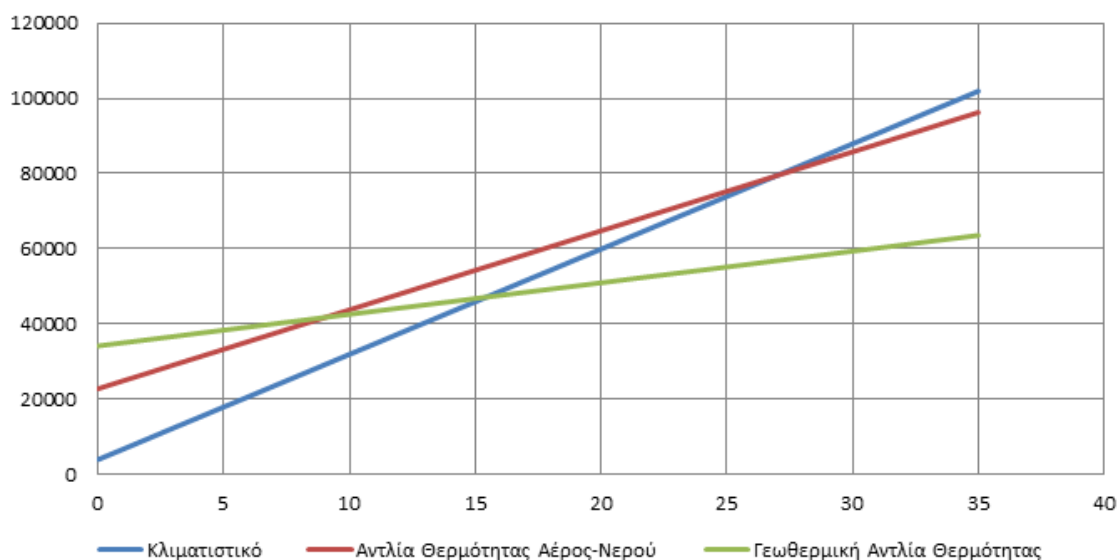
Η γεωθερμική αντλία θερμότητας αποσβένεται στα δεκαπέντε χρόνια σε σχέση με το κλιματιστικό ενώ η αντλία θερμότητας αέρος-νερού περίπου στα εικοσιτέσσερα. Παρά το γεγονός ότι η απόσβεση πραγματοποιείται σχετικά αργά η διαφορά που προκύπτει στο συνολικό κόστος είναι ιδιαίτερα σημαντική στη περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας όπου η διαφορά φτάνει τα 45000 [€].

Στη συνέχεια θα πραγματοποιήσουμε την ανάλυση μας για την Κοζάνη.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας
Κλιματιστικό	3900	2800
Αντλία Θερμότητας Αέρος-Νερού	22760	2100
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας	34140	840

Πίνακας 6.5.2.2 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα ψύξης τοποθετείται στη Κοζάνη.

### Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια



Διάγραμμα 6.5.2.2 Συνολικό κόστος της ψύξης για την Κοζάνη στα τριανταπέντε χρόνια

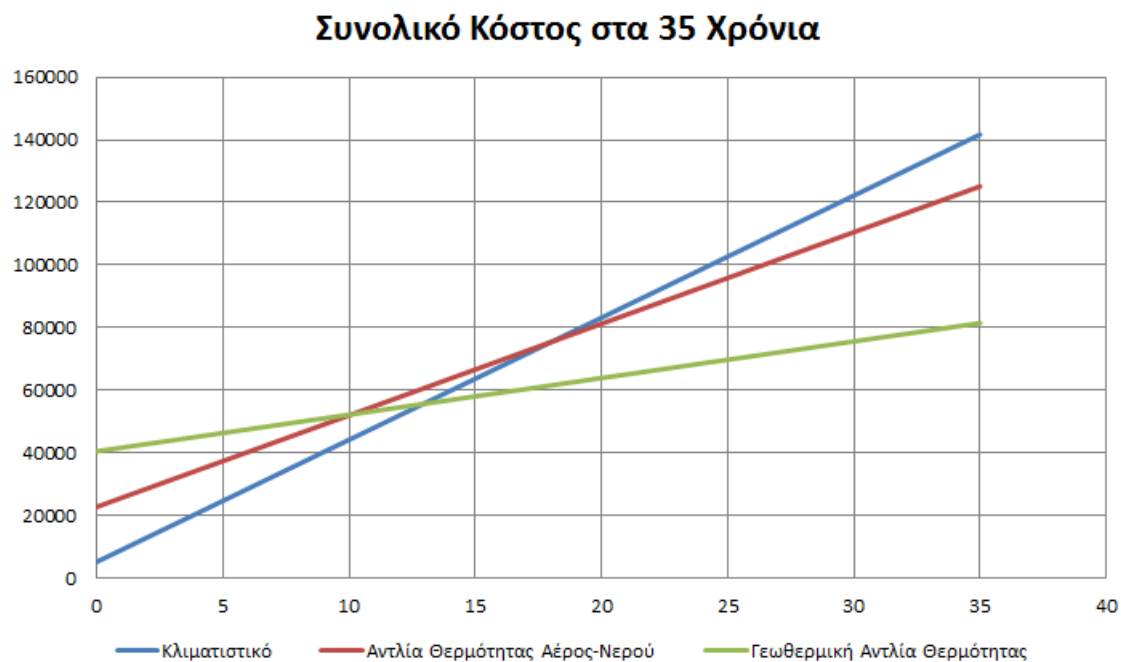
Όπως ήταν αναμενόμενο το κόστος μειώνεται σε όλες τις περιπτώσεις καθώς η Κοζάνη έχει λιγότερες ενεργειακές ανάγκες στη ψύξη από τη Θεσσαλονίκη. Η απόσβεση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε σχέση με το κλιματιστικό γίνεται στα δεκαπέντε χρόνια ενώ με την αντλία θερμότητας αέρος-νερού γίνεται περίπου στα οκτώ χρόνια. Η αντλία θερμότητας αέρος-νερού αποσβένεται σε σχέση με το κλιματιστικό στα εικοσιπέντε χρόνια και η διαφορά στο τελικό συνολικό κόστος δεν ξεπερνά τα 5000 [€]. Στη περίπτωση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας το ποσό αυτό αυξάνεται στα 40000 [€].

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε την περίπτωση της Αθήνας. Το κόστος αναλύεται στον παρακάτω πίνακα.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας
Κλιματιστικό	5200	3900
Αντλία Θερμότητας Αέρος-Νερού	22760	2925
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας	40510	1170

Πίνακας 6.5.2.3 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα ψύξης τοποθετείται στην Αθήνα.

Επεκτείνοντας το συνολικό κόστος σε βάθος τριανταπέντε χρόνων προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 6.5.2.3 Συνολικό κόστος της ψύξης για την Αθήνα στα τριανταπέντε χρόνια

Το γεγονός ότι οι ενεργειακές ανάγκες είναι μεγαλύτερες σε σχέση με την Κοζάνη έχει αφενός σαν αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρόνος απόσβεσης για τα πιο αποδοτικά συστήματα και αφετέρου να αυξάνεται το συνολικό ποσό του κόστους για την ψύξη. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι η γεωθερμική αντλία θερμότητας αποσβένεται σε σχέση με την αντλία θερμότητας αέρος-νερού σε μια δεκαετία ενώ με το κλιματιστικό σε περίπου δεκατρία χρόνια. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διαφορά του συνολικού κόστους που προκύπτει για το κάθε σύστημα καθώς ανάμεσα στο κλιματιστικό και την αντλία θερμότητας αέρος-νερού φτάνει τα 20000 [€] ενώ με την γεωθερμική αντλία θερμότητας φτάνει τα 60000 [€], δηλαδή σχεδόν το τριπλάσιο.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την περίπτωση του Ηρακλείου, στην οποία εμφανίζονται οι μέγιστες ενεργειακές ανάγκες σε ψύξη.

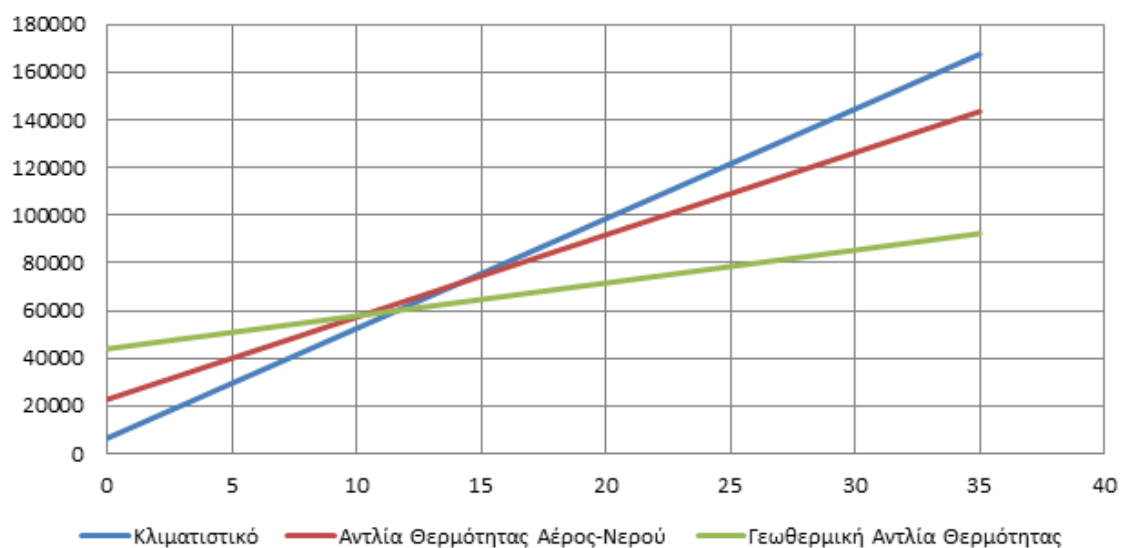


Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας
Κλιματιστικό	6500	4600
Αντλία Θερμότητας Αέρος-Νερού	22760	3450
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας	43980	1380

Πίνακας 6.5.2.4 Κόστος εγκατάσταση και λειτουργικό κόστος για την περίπτωση που το σύστημα ψύξης τοποθετείται στο Ηράκλειο.

Αναλύοντας τα κόστη στο σύνολο των τριανταπέντε χρόνων προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.

### Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια



Διάγραμμα 6.5.2.4 Συνολικό κόστος της ψύξης για την Αθήνα στα τριανταπέντε χρόνια

Όπως παρατηρούμε το χρονικό διάστημα που χρειαζόμαστε προκειμένου να κάνουμε απόσβεση είτε στη περίπτωση της αντλίας θερμότητας αέρος-νερού είτε στη γεωθερμική αντλία θερμότητας σε σχέση με το κλιματιστικό έχει μειωθεί αισθητά. Πιο συγκεκριμένα, η απόσβεση πραγματοποιείται στα δέκα και δώδεκα χρόνια αντίστοιχα. Σχετικά με τις διαφορές που προκύπτουν βλέπουμε ότι ανάμεσα στο κλιματιστικό και την αντλία θερμότητας αέρος-νερού ξεπερνά τα 20000 [€] ενώ σε σχέση με την γεωθερμική αντλία θερμότητας ξεπερνά τα 70000 [€].

### 6.5.3 Ζεστό Νερό Χρήσης

Για το ζεστό νερό χρήσης θα εξετάσουμε μόνο μια περίπτωση καθώς οι ενεργειακές ανάγκες στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι μικρές και οι διακυμάνσεις που προκύπτουν ανάμεσα στις διαφορετικές πόλεις δεν ξεπερνάν τις 600 [kWh] όπως είδαμε στην ενότητα 5.5 κατά την διαστασιολόγηση του συστήματος.

Η περίπτωση που θα μελετήσουμε θα έχει ενεργειακές ανάγκες ίσες με 2.5 [MWh]. Ως κόστος εγκατάστασης στα διάφορα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούνται και για θέρμανση του νερού θα θεωρηθεί ίσο με 170 [€] το οποίο ισοδυναμεί με το κόστος αγοράς και τοποθέτησης ενός boiler.

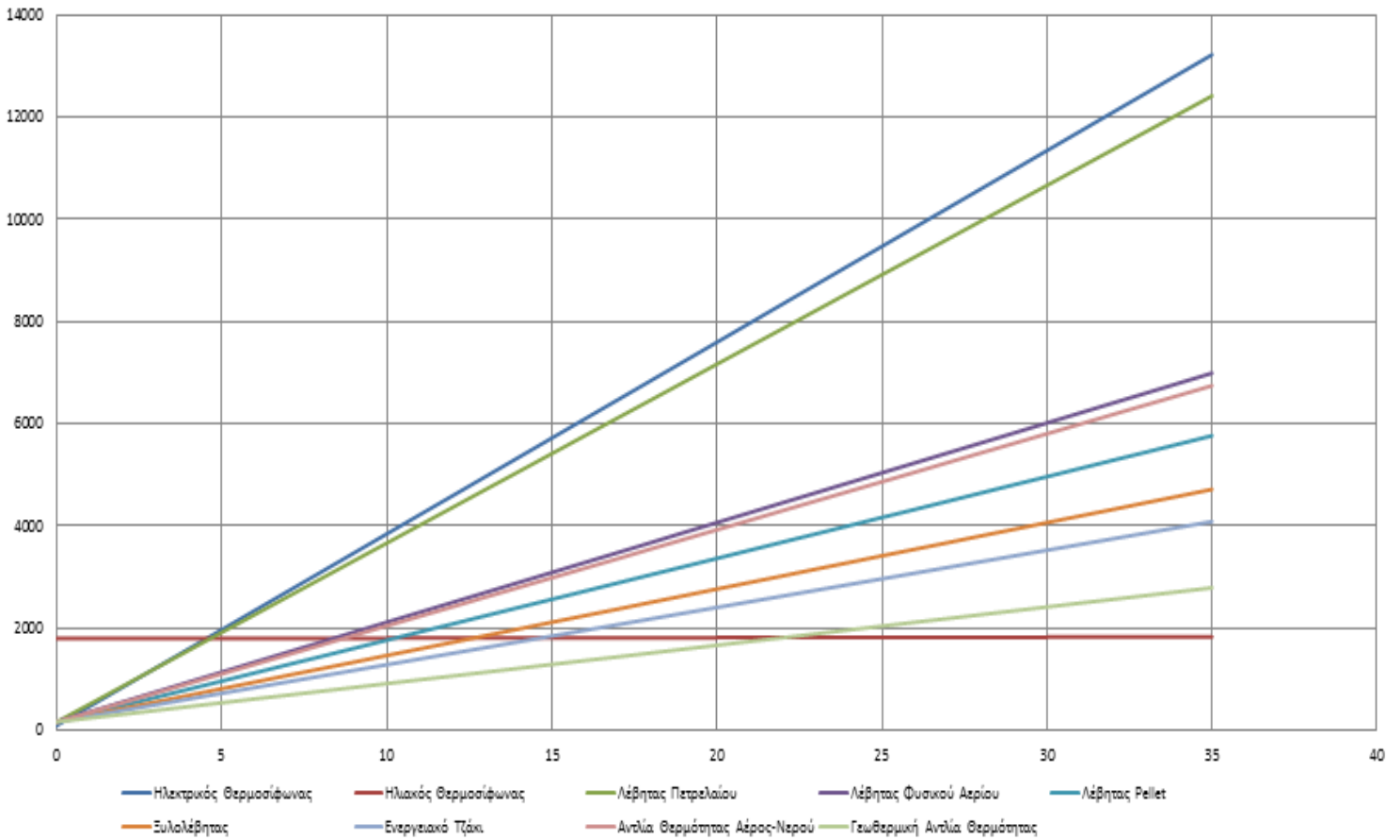
Τα κόστη εγκατάστασης καθώς και τα λειτουργικά κόστη παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Να σημειώσουμε ότι κατά την χειμερινή περίοδο εμφανίζονται περίπου τα 3/4 των ενεργειακών αναγκών. Επίσης να τονίσουμε ότι ο ηλιακός και ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας μπορούν παρέχουν ζεστό νερό όλο το χρόνο ενώ τα υπόλοιπα συστήματα μόνο κατά τη χειμερινή περίοδο. Στη περίπτωση του ηλιακού θερμοσίφωνα το κόστος είναι ιδιαίτερα αυξημένο καθώς πρέπει να τον αντικαταστήσουμε δύο φορές στα τριανταπέντε χρόνια αφού η διάρκεια ζωής του δύσκολα ξεπερνάει τα δώδεκα χρόνια.

Σύστημα	Κόστος Εγκατάστασης	Ετήσιο λειτουργικό Κόστος
Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας	100	375
Ηλιακός Θερμοσίφωνας	1800 (3x600)	0
Λέβητας Πετρελαίου	170	350
Λέβητας Φυσικού Αερίου	170	195
Λέβητας Pellet	170	160
Ξυλολέβητας	170	130
Ενεργειακό Τζάκι	170	112
Αντλία Θερμότητας Αέρος-Νερού	170	188
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας	170	75

Πίνακας 6.5.3.1 Συνολικό κόστος συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Πλέον είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος που προκύπτει στο σύνολο των τριανταπέντε χρόνων για το σύστημα θέρμανσης του νερού που προορίζεται για χρήση.

### Συνολικό Κόστος στα 35 Χρόνια



Διάγραμμα 6.5.3.1 Συνολικό Κόστος για τα διάφορα συστήματα θέρμανσης του νερού χρήσης.

Όπως παρατηρούμε ο ηλιακός θερμοσίφωνας παρά το γεγονός ότι έχει υψηλό αρχικό κόστος είναι η πιο φθηνή επιλογή καθώς το συνολικό του κόστος δεν ξεπερνά τα 2000 [€]. Οι συμπεριφορά των συστημάτων είναι παρόμοια με την περίπτωση της θέρμανσης. Ενδεικτικά να αναφέρουμε ότι ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας που είναι και το πιο διαδεδομένο σύστημα στη χώρα μας για την θέρμανση του νερού που προορίζεται για χρήση είναι από τις ακριβότερες επιλογές. Βέβαια, το ποσό δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο σε σχέση με εκείνο της θέρμανσης ή της ψύξης.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Βιώνοντας στο Περιβάλλον Ι, Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών, G.Tyler Miller, JR Ένατη Έκδοση, Εκδόσεις "ΙΩΝ", 1999
2. ENERGY AND BUILDINGS, "Occupational and energy behavior patterns in Greek residences". K.T Papakostas, B.A Sotiropoulos, 1997.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

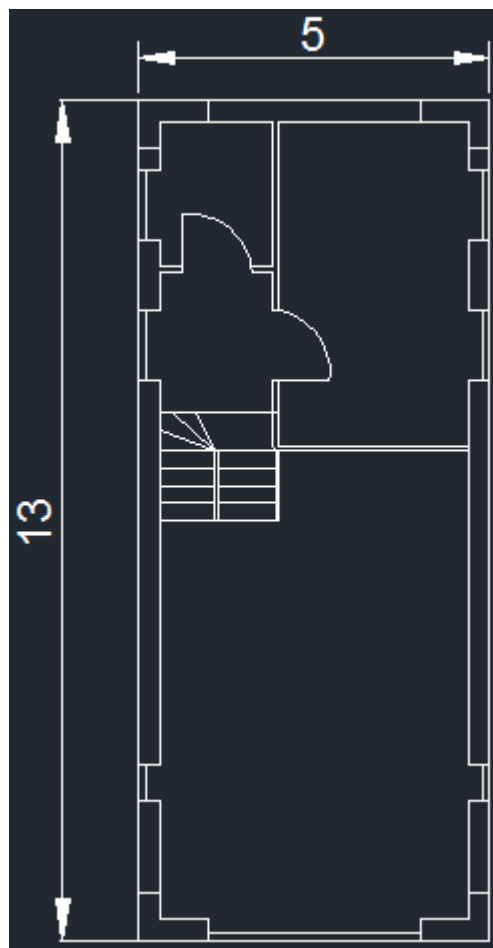
1. [www.mcit.gov.cy](http://www.mcit.gov.cy)
2. [www.travelinfo.gr](http://www.travelinfo.gr)
3. [www.greenspec.co.uk](http://www.greenspec.co.uk)
4. [www.engineeringtoolbox.com](http://www.engineeringtoolbox.com)
5. [www.susdesign.com](http://www.susdesign.com)
6. [www.builditsolar.com](http://www.builditsolar.com)
7. [www.lenntech.com](http://www.lenntech.com)
8. [www.diana-skordas.gr](http://www.diana-skordas.gr)
9. [www.scribd.com](http://www.scribd.com)
10. [www.hefaistos.anko.gr](http://www.hefaistos.anko.gr)
11. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
12. [www.deyakozanis.gr](http://www.deyakozanis.gr)
13. [www.sieline.gr](http://www.sieline.gr)
14. [www.physic.gr](http://www.physic.gr)
15. [www.greenenergyplus.gr](http://www.greenenergyplus.gr)
16. [www.depa.gr](http://www.depa.gr)
17. [www.eccos.gr](http://www.eccos.gr)
18. [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

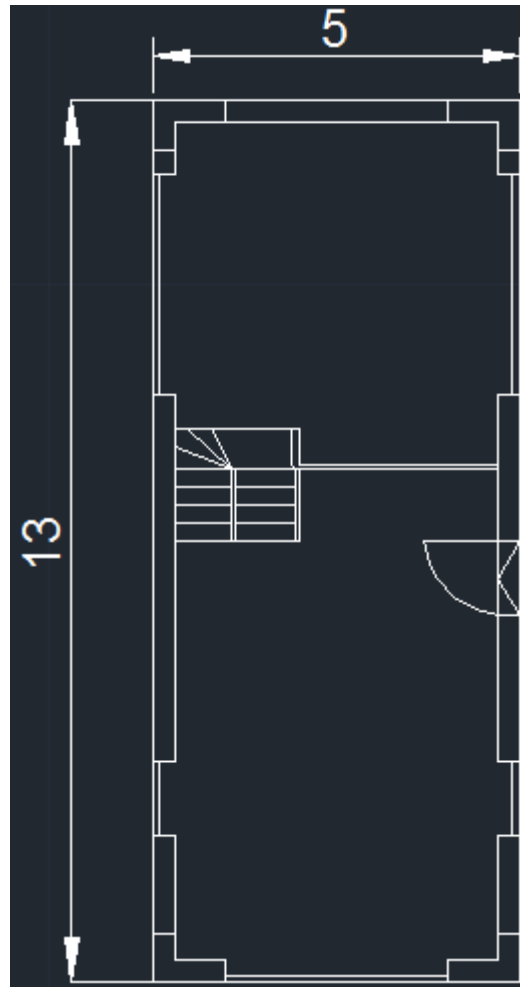
### Α.Κατόψεις και πλάγιες όψεις της Οικείας

Παρακάτω παρουσιάζονται οι κατόψεις της οικείας.Η κάτοψη του ημιυπογείου και του πρώτου ορόφου είναι ίδιες.

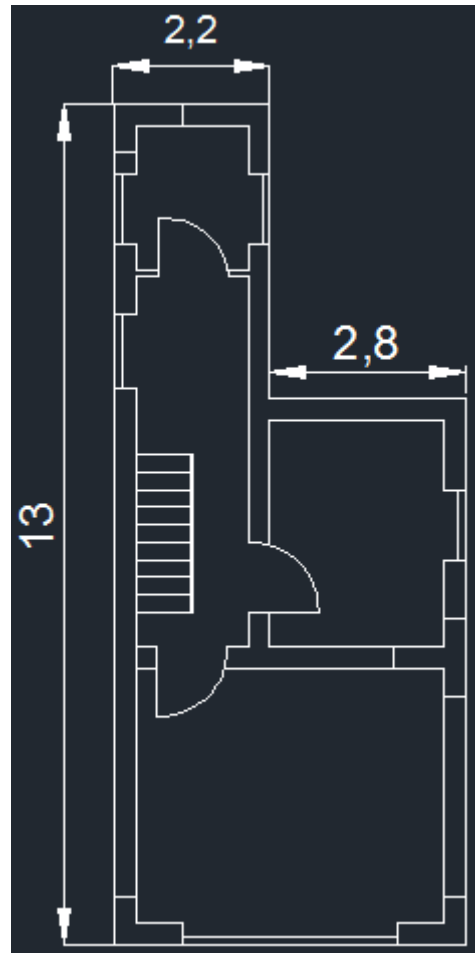
Κάτοψη ημιυπογείου και πρώτου ορόφου.Οι διαστάσεις είναι σε μέτρα.



Κάτοψη Ισογείου



Κάτοψη 2<sup>ου</sup> Ορόφου



Παρακάτω παρουσιάζεται η νότια όψη η οποία λόγω συμμετρίας είναι ίδια με την βόρεια.





## B. Retscreen

Όνομασία έργου	Μελέτη Ενεργειακών αναγκών για θέρμανση
Τοποθεσία έργου	Θεσσαλονίκη
Συντάχθηκε για	Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Συντάχθηκε από	Τσιπούρης Γιώργος
Τύπος έργου	Παραγωγή θερμότητας
Τεχνολογία	Λέβητας
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΑΘΙ)
Δείξε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Anglais
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος

## Θεσσαλονίκη

### Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

*Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων*

Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Δείξε δεδομένα

	Μονάδα	Θέση	
		κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	40,5	40,5
Γεωγραφικό μήκος	°A	23,0	23,0
Υψόμετρο	m	4	4
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	-1,9	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	32,8	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	22,7	

## Αθήνα

### Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Athens/Hellenkion

Δείξε δεδομένα



	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	37,9	37,9
Γεωγραφικό μήκος	°A	23,7	23,7
Υψόμετρο	m	15	15
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	3,1	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	33,8	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	15,2	

## Κοζάνη

### Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Kozáni

Δείξε δεδομένα



	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	40,3	40,3
Γεωγραφικό μήκος	°A	21,8	21,8
Υψόμετρο	m	908	908
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	-4,0	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	28,5	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	22,0	

## Ηράκλειο

### Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

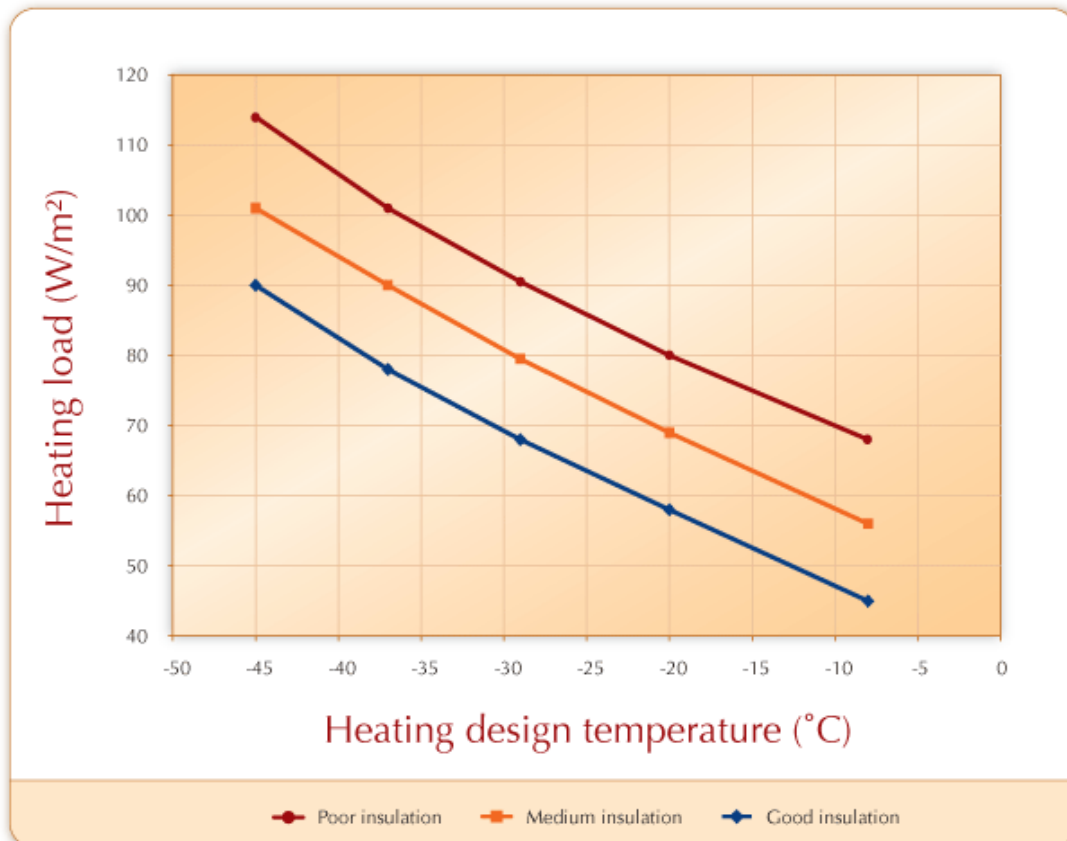
Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Iraklion (Civ/AFB)

Δείξε δεδομένα

	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	35,3	35,3
Γεωγραφικό μήκος	°A	25,2	25,2
Υψόμετρο	m	39	39
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	6,9	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	30,2	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	9,2	

### Πίνακας φορτίων για την θέρμανση



## Πίνακας φορτίων για την ψύξη

