

779
MIX

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΊΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ
ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ
ΚΤΙΡΙΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κατσιαούνης Αλέξανδρος
Σαμαρτζής Μελέτιος

Επιβλέπων

Νάζος Αντόνιος

Πειραιάς, Οκτώμβριος 2013

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ
ΜΗΧ/ΓΟΝ ΜΗΧ/ΚΟΝ
Τ.Ε.

**ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να δηλώσουμε τις ευχαριστίες μας στα άτομα τα οποία συνέβαλλαν στην εκπόνηση αυτής της προσπάθειας.

Αρχικά, τον επιβλέποντα καθηγητή μας, κύριο Αντώνιο Νάζο για την αδιάκοπη υποστήριξη, τη συνεχή καθοδήγηση, καθώς και για την άμεση παροχή συμβουλών κατά τη διάρκεια της συγγραφής της πτυχιακής μας εργασίας.

Ακόμα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Βασίλειο Σαρλή, Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, για την διάθεση των λογισμικών, της βιβλιογραφίας αλλά και του εξοπλισμού κατά τη περάτωση της εργασίας.

Περίληψη

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση και η εφαρμογή λύσεων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενης κατασκευής. Το ζήτημα που τίγεται στην παρούσα εργασία καθίσταται ιδιαίτερος σημαντικό στις μέρες μας καθώς ο ενεργειακός κλάδος αναπτύσσεται ταχέως.

Η εργασία αναπτύσσεται σε τρία κεφάλαια, στόχος των οποίων είναι η προσέγγιση του ζητήματος, υπό το πρίσμα των κυριότερων συνισταμένων του. Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο ενεργειακής πολιτικής που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Ελλάδα. Στο δεύτερο κεφάλαιο καταγράφονται τα χαρακτηριστικά της υφιστάμενης συμβατικής κατοικίας, (σχέδια, φωτογραφίες, παθολογία, τεχνική περιγραφή, ενεργειακές απώλειες).

Στο τρίτο κεφάλαιο, υπολογίζονται οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και παρουσιάστηκαν στο πρώτο κεφάλαιο. Εν συνεχεία στο τρίτο κεφάλαιο της μελέτης θα αναλυθούν, όσο πιο αναλυτικά επιτρέπεται, τα τεχνολογικά μέσα ενεργειακής βελτίωσης (φωτοβολταικά, οικιακή ανεμογεννήτρια, αίθρια, φωτοβολταικά φωτιστικά, κλπ.) του κτιρίου και θα υπολογιστούν τα ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν. Στα συμπεράσματα της μελέτης γίνεται σύγκριση της συμβατικής και ενεργειακά βελτιωμένης κατοικίας.

Summary

The subject of this thesis is the presentation and implementation of solutions to improve the energy performance of existing construction. The issue raised in this paper is particularly important nowadays as the energy sector is growing rapidly. The work developed in three chapters, the aim of which is to approach the issue in the light of the main components of the. Specifically in the first chapter, the institutional framework for energy policy adopted by the European Union and Greece. In the second chapter, the characteristics of current conventional housing (drawings, photographs,

pathology, technical description, energy losses).

In the third chapter, calculate energy needs of the building based on the data collected and presented in the first chapter. Then in the third chapter of the study will be analyzed in as much detail allowed the technological means to improve energy (photovoltaic, home wind turbine, patios, photovoltaic lighting, etc.) of the building and calculate the energy benefits. The conclusions of the study are related with the comparison between conventional and energy-improved house.

Περιεχόμενα

Ευρετήριο Εικόνων	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	12
1.1 Το Χρονικό της Ενεργειακής Πολιτικής	12
1.2 Βιώσιμη Κατασκευή	13
1.3 Η Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ.....	15
1.4 Η Κοινοτική Οδηγία 2006/32/ΕΚ.....	17
1.5 Ελληνικό Θεσμικό Πλαίσιο	17
1.5.1 Νόμος 3661/2008	18
1.5.2 Νόμος 3851/2010	19
1.5.3 Προεδρικό Διάταγμα 100/2010	19
1.5.4 Προεδρικό Διάταγμα 72/2010	20
1.5.5 Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010	20
1.5.6 Υπουργική Απόφαση 17178/2010.....	20
1.6 Στόχοι Ενεργειακής Πολιτικής	22
1.7 Οφέλη από τη Βελτίωση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας των Κτιρίων... 23	
2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	24
2.1 Περιγραφή Κτιρίου.....	24
2.2 Προσανατολισμός.....	26
2.3 Σχέδια Κατασκευής Τυπικού Ορόφου.....	28
2.4 Δώμα	32
3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	33
3.1 Διαδικασία Συλλογής Πληροφοριών.....	33

3.1	Διαχωρισμός Κτιρίου σε Θερμικές Ζώνες.....	33
3.2	Συνθήκες Λειτουργίας	35
3.3	Υπολογισμός Θερμικών Αναγκών Κτιρίου	36
3.4	Υπολογισμός Κατανάλωσης Ρεύματος Συσκευών Οικιακής Χρήσης	39
3.5	Σύστημα Θέρμανσης Χώρων.....	40
3.6	Απαιτούμενες Επεμβάσεις - Προτάσεις.....	43
4.	ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ	
	ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ.....	44
4.1	Εγκατάσταση Συστήματος Καύσης Φυσικού Αερίου	44
4.1.1	Στοιχεία Σχεδιασμού	45
4.1.2	Εκπομπές Αερίων	47
4.1.3	Ενεργειακή Κατανάλωση	48
4.1.4	Σχεδίαση Συστήματος.....	48
4.2	Μελέτη Τοποθέτησης Φωτοβολταικών Πάνελ.....	49
4.2.1	Τύπος Σύνδεσης.....	49
4.2.2	Άδεια Παραγωγής - Εγκαταστάσεις έως 20 Kw	50
4.2.3	Ηλιακό Δυναμικό	50
4.2.4	Ενεργειακή Απόδοση.....	54
4.2.5	Βασικός Εξοπλισμός	56
4.2.6	Υπολογισμός Εγκατεστημένης Ισχύς.....	56
4.3	Αντικατάσταση Συσκευών Οικιακής Χρήσης με Αντίστοιχες Λιγότερο Ενεργοβόρες	58
4.4	Αντικατάσταση Κλιματιστικών με Ανεμιστήρες Οροφής.....	59

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	60
i.Σύγκριση Συμβατικής και Ενεργειακά Βελτιωμένης Κατοικίας.....	60
ii.Κόστος και Απόσβεση Επένδυσης.....	60
iii.Προοπτικές Εξέλιξης.....	61
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα (2000) (Α. Δημούδη, 2008).....	14
Εικόνα 2 Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης στην Ε.Ε. για κτίρια κατοικιών και εμπορικά κτίρια (1998).	14
Εικόνα 3 Φωτογραφική σχεδιαστική παρουσίαση του κτιρίου μελέτης.....	24
Εικόνα 4 Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου μελέτης	24
Εικόνα 5 Κάτοψη τυπικού ορόφου.....	25
Εικόνα 6 Σκαρίφημα ηλιακής τροχιάς.....	26
Εικόνα 7 Υπνοδωμάτια, ιδιωτικοί χώροι.....	28
Εικόνα 8 Σαλόνι, καθιστικό.....	29
Εικόνα 9 Φωτογραφία του καθιστικού του τυπικού ορόφου	29
Εικόνα 10 Η κάτοψη του τυπικού ορόφου (ροζ: δημόσιος, μπλε: ιδιωτικοί)	30
Εικόνα 11 Εξώστες, πρόβολοι κατασκευής.....	30
Εικόνα 12 Ο χώρος του λουτρού και του w.c.	31
Εικόνα 13 Ο χώρος του κλιμακοστασίου, με εμβαδόν 13,90τ.μ.....	31
Εικόνα 14 Φωτογραφική τεκμηρίωση του δώματος	32
Εικόνα 15 Διαχωρισμός τυπικού ορόφου σε θερμικές ζώνες	34
Εικόνα 16 Φύλλο Ελέγχου Καυστήρα.....	41
Εικόνα 17 Χαρακτηριστικά λέβητα	42

Εικόνα 18 Φωτογραφίες από το λεβητοστάσιο	43
Εικόνα 19 Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου.....	44
Εικόνα 20 Σωλήνωση φυσικού αερίου με ράγα στήριξης, υπόγεια γραμμή φυσικού αερίου,	45
Εικόνα 21 Κάτοψη εγκατάστασης λέβητα στο υπόγειο της κατασκευή.....	48
Εικόνα 22 Το Ηλιακό δυναμικό της Ελλάδος	54
Εικόνα 23 Σκαρίφημα δώματος.....	57

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ολοκληρώνοντας το κύκλο σπουδών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά της σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του τμήματος Μηχανολογίας οι σπουδαστές του ιδρύματος καλούνται να συντάξουν μια πτυχιακή μελέτη. Μέσα από αυτή την εργασία μας δίνεται η δυνατότητα να εμβαθύνουμε τις γνώσεις μας σχετικά με εξειδικευμένα ζητήματα της επιστήμης του Μηχανολόγου. Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται την ανάλυση του θεσμικού πλαισίου και των κριτηρίων αξιολόγησης για την Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων.

Τα κτίρια ευθύνονται για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ένωση. Ο τομέας αυτός διευρύνεται, πράγμα που μετά βεβαιότητας θα αυξήσει την ενεργειακή του κατανάλωση. Συνεπώς, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον κτιριακό τομέα αποτελούν σημαντικά μέτρα που απαιτούνται για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Από κοινού με την αυξημένη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, τα μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στην Ένωση θα της επέτρεπαν τη συμμόρφωση προς το πρωτόκολλο του Κιότο της σύμβασης πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή UNFCCC, καθώς και την εκπλήρωση τόσο της μακροπρόθεσμης δέσμευσής της για τη διατήρηση της ανόδου της θερμοκρασίας της γης κάτω από τους 2 °C όσο και της δέσμευσής της να μειώσει έως το 2020 τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 20 % τουλάχιστον κάτω από τα επίπεδα του 1990 και κατά 30 % σε περίπτωση που θα επιτευχθεί διεθνής συμφωνία. Η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και η αυξημένη χρήσης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές θα διαδραματίσουν επίσης σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της τεχνολογικής ανάπτυξης και στη δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης και περιφερειακής ανάπτυξης, ιδίως στις αγροτικές περιοχές. Η διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης είναι σημαντικό εργαλείο που επιτρέπει στην Ένωση να επηρεάζει την παγκόσμια αγορά ενέργειας, και ως εκ τούτου την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

Στην Ελλάδα η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα

μέσα της δεκαετίας του '70. Επιπλέον, η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, ενός αερίου που ευθύνεται για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη. Όσον αφορά το βιομηχανικό τομέα, αν και η συνολική κατανάλωση ενέργειας τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ελαφριά κάμψη (κυρίως λόγω της ύφεσης σε ενεργοβόρους βιομηχανικούς κλάδους), η συνεισφορά του στην τελική κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική (~25%).

Κατά συνέπεια, η ανάγκη για επίτευξη του στόχου περιορισμού των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα απαιτεί ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο κινήτρων και κανονισμών ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων, όπως και ένα ρεαλιστικό, εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας, που θα αποσκοπούν στην βελτίωση της ποιότητας κατασκευής των κτιρίων και την ευαισθητοποίηση του χρήστη σε ενεργειακά θέματα.

Ένα σημαντικό βήμα για την καταπολέμηση της αλλαγής κλίματος είναι το πρωτόκολλο του Κιότο του 1997. Αυτό θέτει εθνικούς στόχους για τα κράτη μέλη του ΟΟΣΑ (Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας & Ανάπτυξης) να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά ένα ποσοστό 5,2% από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2012.(1)

1. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

1.1 Το Χρονικό της Ενεργειακής Πολιτικής

Πριν από την πετρελαϊκή κρίση του 1973, η ενεργειακή απόδοση των επιμέρους τμημάτων του κελύφους των κτιρίων ποτέ δεν αποτέλεσε κρίσιμο και σημαντικό παράγοντα στο σχεδιασμό των κτιρίων. Ωστόσο, η μέχρι το 1973 κατάσταση άλλαξε ριζικά με την ανάπτυξη και την εφαρμογή αρκετών προτύπων και κανονισμών, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης διάφορων στοιχείων του κτιριακού κελύφους. Έτσι, η μέχρι πρότινος τακτική, το κέλυφος των κτιρίων να σχεδιάζεται από τους αρχιτέκτονες μηχανικούς με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στην ικανοποίηση πολλών παραγόντων, κατασκευαστικών και αισθητικών, διαμορφώθηκε εκ νέου με τη βελτίωση ενεργειακής συμπεριφοράς του.

Στα 1974 εμφανίζονται, οι πρώτοι κανονισμοί θερμομόνωσης στις Ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Γερμανία) με στόχο μέσα από την σωστή θερμομόνωση κτηρίων την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην Ελλάδα, η επιβολή θερμομόνωσης στα νέα κτίρια ρυθμίστηκε για πρώτη φορά νομοθετικά στα τέλη της δεκαετίας του 80¹ (ΦΕΚ362/1979)

Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση¹ στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο - ή αντίστροφα - και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοίχοι, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων, ήταν καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας.

¹ Σταδιακά στα μέσα της δεκαετίας του 80, η Ευρώπη ανακαλύπτει, και μια άλλη συνιστώσα πέρα από την θερμομόνωση, που είναι η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική. Αυτή μας διδάσκει, όχι μόνο να θερμομονώνουμε τα σπίτια, αλλά και να τα προσανατολίζουμε σωστά σε σχέση με τον ήλιο (χειμωιάτικο και καλοκαιρινό) αλλά και με τους επικρατούντες ανέμους.

Αξιοσημείωτο είναι πως, σε αντίθεση με σήμερα και μολονότι τα βασικά υλικά κατασκευής ήταν κοινά, η τυπολογία οικισμών και κτισμάτων διαφοροποιούνταν από τόπο σε τόπο με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επιπλέον, η ορθή ένταξη και προσανατολισμός των κτιρίων αυτών στο περιβάλλον, με τη σωστή διαμόρφωση χώρων και επιλογή υλικών κατασκευής, καθιστούσε επιτρεπτό τον επιθυμητό φωτισμό-ηλιασμό και παρείχε τη δυνατότητα φυσικού δροσισμού.

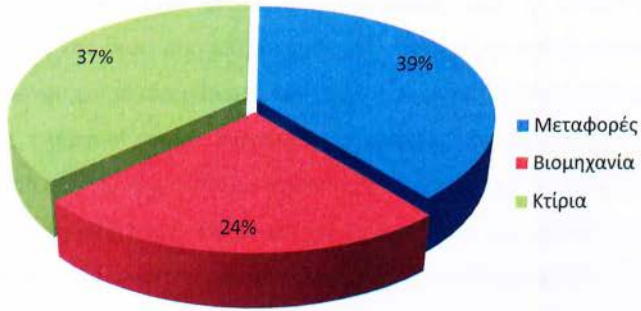
Δυστυχώς σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις που υιοθετήθηκαν στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια αγνοούν σε μεγάλο βαθμό τον παράγοντα κλίμα, ήλιο κ.λπ. και στα πλαίσια ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού δημιουργήθηκαν κτίρια απομακρυσμένα από την παράδοση, και των οποίων μιμήσεις συναντά κανείς σε τόπους με διαφορετικό εντελώς κλίμα. Με την πάροδο του χρόνου, οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων – ουσιαστικά του πετρελαίου – μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Επακόλουθο αυτού ήταν μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας και έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος της θερμομόνωσης στο καίριο ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας.

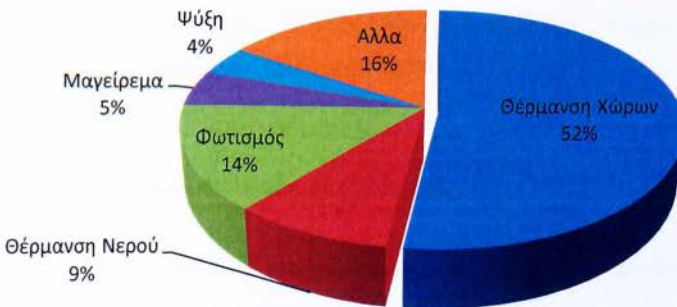
1.2 Βιώσιμη Κατασκευή

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες έχει κατά κοινή ομολογία παρατηρηθεί έντονο ενδιαφέρον για το περιβάλλον, ενώ τελευταία αυτό εκδηλώνεται όλο και πιο δυναμικά τόσο από κυβερνήσεις παγκοσμίως, όσο και από διάφορα κοινωνικά στρώματα, οργανώσεις κλπ.

Το οικουμενικό ενδιαφέρον για το περιβάλλον δεν άφησε αδιάφορους και τους διάφορους παραγωγικούς τομείς και βιομηχανίες όπως η κατασκευαστική βιομηχανία η οποία επιδιώκει την προσαρμογή της στις απαιτήσεις και αρχές τις Βιώσιμης Ανάπτυξης μέσω της Βιώσιμης Κατασκευής.(Σιούτα Ν., 2010)



Εικόνα 1 Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα (2000) (Α. Δημούδη, 2008)



Εικόνα 2 Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης στην Ε.Ε. για κτίρια κατοικιών και εμπορικά κτίρια (1998). (Α. Δημούδη 2008)

Κάνοντας μια σύντομη αναδρομή στην κατασκευή διαπιστώνεται ότι ο ορισμός της Βιώσιμης Κατασκευής δεν έχει ακόμη αποσαφηνιστεί, ενώ η κατανόηση και ερμηνεία της έννοιας της βιώσιμης κατασκευής έχει υποστεί αρκετές μεταβολές με την πάροδο του χρόνου και ιδιαίτερα κατά την διάρκεια των τελευταίων χρόνων.

Παρατηρείται ότι υπάρχουν πολύ διαφορετικές απόψεις και ερμηνείες για την Βιώσιμη Κατασκευή μεταξύ των διαφόρων χωρών. Οι διαφορές αυτές απορρέουν αφ' ενός μεν από τις κοινωνικές διαρθρώσεις και δομές των ίδιων των χωρών, αφετέρου δε από τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των οικονομικά αναπτυγμένων χωρών, των εξελισσόμενων και των αναπτυσσόμενων χωρών.

Έτσι, στα πλαίσια της βιώσιμης κατασκευής δόθηκε αρχικά έμφαση στη διαχείριση των προς εξάντληση ή περιορισμένων φυσικών πόρων, κυρίως ενέργειας, και στη μείωση των επιδράσεων στο φυσικό περιβάλλον.

Στη συνέχεια δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση σε πιο τεχνικά θέματα όσον αφορά τις κατασκευές όπως υλικά, τα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής, η τεχνολογία της και ο ενεργειακός σχεδιασμός. Ιδιαίτερα στις οικονομικά αναπτυγμένες χώρες δόθηκε έμφαση στα βιώσιμα κτίρια μέσω του ολοκληρωμένου σχεδιασμού των κτιρίων, με την χρήση νέων τεχνολογιών και νέων προϊόντων.

Σήμερα έχει γίνει αποδεκτό ότι τα μη τεχνικά θέματα, τα λεγόμενα 'απλά' θέματα, είναι εξίσου σημαντικά για τη βιώσιμη ανάπτυξη στον τομέα των κατασκευών και θεωρείται απαραίτητο να δίνεται η ίδια προσοχή στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση. Επίσης, προσφάτως οι συνέπειες της κατασκευαστικής δραστηριότητας, του δομημένου περιβάλλοντος στον πολιτισμό και την πολιτιστική κληρονομιά αντιμετωπίζονται ως θέματα ιδιαίτερα σημαντικά για την κατασκευαστική βιομηχανία. (Σιούτα Ν., 2010)

1.3 Η Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ

Στόχος της Οδηγίας 2002/91 είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους.

Η οδηγία μεταξύ άλλων έχει στόχο τη θέσπιση απαιτήσεων που αφορούν:

- ✓ το γενικό πλαίσιο για μια μεθοδολογία υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

- ✓ την εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων
- ✓ την εφαρμογή ελαχίστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση μεγάλων υφισταμένων κτιρίων στα οποία γίνεται μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση
- ✓ την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων (έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης) και
- ✓ την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων και, επί πλέον, μια αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Σύμφωνα με την Οδηγία, τα κράτη μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν, σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων καθώς και να καθορίσουν απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης. Κατά τον καθορισμό των απαιτήσεων, τα κράτη μέλη δύνανται να κάνουν διάκριση μεταξύ νέων και υφισταμένων κτιρίων και διάφορων κατηγοριών κτιρίων. Στις απαιτήσεις πρέπει να συνεκτιμώνται οι γενικές απαιτήσεις εσωτερικών κλιματικών συνθηκών, προκειμένου να αποφεύγονται ενδεχόμενες αρνητικές επιπτώσεις όπως ο ανεπαρκής αερισμός, καθώς και οι τοπικές συνθήκες, η προβλεπόμενη χρήση και η ηλικία του κτιρίου. Οι απαιτήσεις θα πρέπει να αναθεωρούνται σε τακτά διαστήματα τα οποία δεν υπερβαίνουν τα πέντε έτη και, εάν χρειαστεί, να ενημερώνονται προκειμένου να αντικατοπτρίζουν την τεχνική πρόοδο στον τομέα των κτιριακών κατασκευών.

Για τα νέα κτίρια συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1.000 m², τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι η τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων, μελετάται και συνυπολογίζεται πριν από την έναρξη της ανέγερσης.

Για τα υφιστάμενα κτίρια, όταν κτίρια συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1000m² υφίστανται ριζική ανακαίνιση, προνοείται ότι η ενεργειακή απόδοσή τους θα πρέπει να αναβαθμίζεται ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό.

Τέλος, η Οδηγία αναφέρεται στην τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού δεδομένης της μεγάλης συνεισφοράς των εγκαταστάσεων αυτών στη συνολική κατανάλωση του κτιρίου.

1.4 Η Κοινοτική Οδηγία 2006/32/EK

Το 2006, θεσπίστηκε η οδηγία 2006/32/EK που σκοπός της είναι να ενισχυθεί η οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη με:

- ✓ την παροχή των αναγκαίων ενδεικτικών στόχων καθώς και μηχανισμών, κινήτρων και θεσμικών, χρηματοδοτικών και νομικών πλαισίων για την άρση των υφιστάμενων φραγμών και ατελειών της αγοράς που παρεμποδίζουν την αποδοτική τελική χρήση της ενέργειας,
- ✓ τη δημιουργία των συνθηκών για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και για την παροχή, στους τελικούς καταναλωτές, άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Τα κράτη μέλη θεσπίζουν και προσπαθούν να επιτύχουν εθνικό ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας 9% για ένατο έτος εφαρμογής της Οδηγίας, με τη βοήθεια ενεργειακών υπηρεσιών και άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν οικονομικώς αποδοτικά, εφικτά και εύλογα μέτρα που αποσκοπούν να συμβάλλουν στην επίτευξη του στόχου αυτού.(7)Σύμφωνα με την ίδια οδηγία τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε ο δημόσιος τομέας να επιτελεί υποδειγματικό ρόλο. Πολλές δέσμες μέτρων που απορρέουν από την εν λόγω Οδηγία αφορούν τα κτίρια του δημοσίου τομέα, τα οποία πρέπει να αποτελούν πρότυπα για τους πολίτες όσον αφορά την ενεργειακή τους απόδοση.

1.5 Ελληνικό Θεσμικό Πλαίσιο

Η Ελλάδα ήδη από τις αρχές τις δεκαετίας του 90 έχει δεσμευθεί για την προώθηση σχετικών θεσμικών διοικητικών και οργανωτικών μέτρων, καθώς και των ενεργειακά αποδοτικών και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών. Η χώρα συμμετέχει σε συμφωνίες, διακηρύξεις και προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

- ✓ Παγκόσμια διάσκεψη Ρίο,
- ✓ Ευρωπαϊκά προγράμματα SAVE, THERMIEALTENER
- ✓ Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα ΕΝΕΡΓΕΙΑ του Υπουργείου Ανάπτυξης στα πλαίσια του Β κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης,
- ✓ Σχέδιο Δράσης του ΥΠΕΧΩΔΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001,

✓ Κοινοτική Οδηγία 91/2002/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Στα πλαίσια αυτών των δεσμεύσεων έχει εκδοθεί ο κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων (ΦΕΚ 1526B/27.07.99) ο οποίος είναι ένας αναλυτικός κανονισμός για ενεργειακές επιθεωρήσεις σε κτίρια και στην βιομηχανία. Στα πλαίσια της μεταφοράς της κοινοτικής οδηγίας 91/2002/EK για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων στην Ελληνική Νομοθεσία θα δημιουργηθεί και ο Κανονισμός για το Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών(Α. Δημούδη, 2008)

Πίνακας 1: Απαιτούμενες επιμέρους μελέτες της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης	ΤΕΥΧΟΣ Α	ΤΕΥΧΟΣ Β			
		Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις			
Χρήση κτιρίου	Ενεργειακός σχεδιασμός κτιριακού κελύφους	Μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος θέρμανσης	Μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος ψύξης (*)	Μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος παραγωγής ΖΝΧ	Μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος τεχνητού φωτισμού
Γραφεία	✓	✓	✓		✓
Εκπαιδευτικό κτίριο Πρωτοβάθμιας / Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	✓	✓	✓		✓
Εκπαιδευτικό κτίριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης	✓	✓	✓		✓
Νοσοκομείο - Κλινική	✓	✓	✓	✓	✓
Διαγνωστικό κέντρο - Ιατρείο	✓	✓	✓	✓	✓
Ξενοδοχείο	✓	✓	✓	✓	✓
Εμπορικό κατάστημα	✓	✓	✓		✓
Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό γυμναστήριο	✓	✓	✓	✓	✓
Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό κολυμβητήριο	✓	✓	✓	✓	✓
Μονοκατοικία	✓	✓	✓	✓	
Πολυκατοικία	✓	✓	✓	✓	
Αεροδρόμιο	✓	✓	✓		✓

(*) Εάν εγκαθίσταται Η/Μ σύστημα ψύξης

1.5.1 Νόμος 3661/2008

Ο νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» ενσωματώνει στο εθνικό μας δίκαιο την Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Πεδίο εφαρμογής του νόμου αποτελούν τα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθώς και τα κτίρια κατοικίας. Βασικότερες ρυθμίσεις του οποίου είναι :

- ✓ Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000 m² που ανακαινίζονται ριζικά και υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.
- ✓ Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτιρίου για όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα καθώς και σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης ή μεταβίβασης υφισταμένων.
- ✓ Τακτική επιθεώρηση Λεβήτων, Εγκαταστάσεων Θέρμανση, Ψύξης και Κλιματισμού.

1.5.2 Νόμος 3851/2010

Ο νόμος 3851/2010 με τίτλο *«Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»* τροποποιεί ρυθμίσεις¹ του Νόμου 3661/2008.

Βασικότερη τροποποίηση αποτελεί η κατάργηση του ορίου των 1000 m² για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφισταμένων κτιρίων που ανακαινίζονται ριζικά. Επίσης, προστίθεται η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα, καθώς και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν *«μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης»*.

1.5.3 Προεδρικό Διάταγμα 100/2010

Όπως δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ Α' 177/2010 το προεδρικό διάταγμα *«Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»* προβλέπει θέματα που σχετίζονται με τα απαιτούμενα προσόντα των Ενεργειακών Επιθεωρητών, τη διαδικασία εγγραφής στα σχετικά μητρώα, τις αμοιβές τους και τις κυρώσεις σε περίπτωση παραβάσεων.

¹ άρθρο 10

1.5.4 Προεδρικό Διάταγμα 72/2010

Στο ΦΕΚ Α' 132/2010 δημοσιεύτηκε το προεδρικό διάταγμα «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)». Σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα συγκροτείται η δημόσια υπηρεσία ελέγχου του έργου των Ενεργειακών Επιθεωρητών.

1.5.5 Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010

Στο ΦΕΚ Β' 407/2010 δημοσιεύτηκε η Υπουργική Απόφαση «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)». Βασικότερες ρυθμίσεις της υπουργικής απόφασης είναι:

- ✓ Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- ✓ Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- ✓ Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτιρίων καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
- ✓ Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- ✓ Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- ✓ Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

1.5.6 Υπουργική Απόφαση 17178/2010

«Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β' 1387). Για την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ. εγκρίνονται και ορίζονται υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.):

Πίνακας 2 Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ όπως ορίζονται από την Υ.Α. 17178/2010

<p>T.O.T.E.E. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».</p>	<p>Η οδηγία καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων και δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου</p>
<p>T.O.T.E.E. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».</p>	<p>Η οδηγία καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών και στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, κουφώματα, κ.τ.λ.</p>
<p>T.O.T.E.E. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».</p>	<p>Η οδηγία περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα (συνθήκες σχεδιασμού) για την διαστασιολόγηστων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων ενός κτιρίου, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, κ.τ.λ.) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.</p>
<p>T.O.T.E.E. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού».</p>	<p>Η οδηγία καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παραμέτρων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Δίνονται αναλυτικά τα έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για την συμπλήρωσή τους</p>

Προκειμένου να καταστεί ευχερέστερη η εφαρμογή των παραπάνω ρυθμίσεων, το Υ.Π.Ε.Κ.Α. προχώρησε στην έκδοση δύο σχετικών ερμηνευτικών εγκυκλίων (1603/4-10-2010 και 2279/22-12-2010).

1.6 Στόχοι Ενεργειακής Πολιτικής

Στην κορυφή της ιεραρχίας των προτεραιοτήτων σχετικά με την ενεργειακή πολιτική της ένωσης, για τις επόμενες δυο δεκαετίες, βρίσκονται οι υποδομές. Στόχος είναι η προώθηση της ενεργειακής ασφάλειας και ο μηδενισμός των πιθανοτήτων κάποιο από τα κράτη μέλη της ένωσης να μείνει απομονωμένο από τα διευρωπαϊκά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου. Για την επίτευξη του στόχου αυτού απαιτείται αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων υποδομών και κατασκευή νέων διηπειρωτικών αγωγών.

Η Ε.Ε. οφείλει να ανταποκριθεί όσο το δυνατόν γρηγορότερα στις δεσμεύσεις της στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας. Για την εξοικονόμηση ενέργειας στις μεταφορές, στα κτίρια και στις παραγωγικές διαδικασίες έχει τεθεί ο στόχος του 20%. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για ζητήματα της Κλιματικής Αλλαγής Connie Hedegaard, σε αυτό τον τομέα η Ε.Ε. απέτυχε να ανταποκριθεί στις δεσμεύσεις τις στο πλαίσιο του «κλιματικού και ενεργειακού πακέτου» του 2009. Σύμφωνα με την Επιτροπή: «Από την 1η Ιανουαρίου 2012, όλα τα κράτη μέλη θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν πρότυπα ενεργειακής απόδοσης, λαμβάνοντας υπ' όψιν τον πρωταρχικό στόχο της Ε.Ε. στις δημόσιες συμβάσεις που αφορούν δημόσια κτίρια και υπηρεσίες».

Παράλληλα, αναμένεται μια νέα πρόταση της Επιτροπής για ένα νέο «Σχέδιο Ενεργειακής Απόδοσης», με την οποία θα επανεξεταστεί η υλοποίηση του στόχου ενεργειακής απόδοσης της Ε.Ε. ως το 2013 και θα προβλέπεται η μελέτη περαιτέρω μέτρων, αν κριθούν απαραίτητα. Σημειώνουμε, εδώ, ότι το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται στα κτίρια. Με τον εκσυγχρονισμό των ηλεκτρικών συσκευών, της θερμομόνωσης, των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης και των εγκαταστάσεων εξαερισμού θα έχουμε σαφώς μικρότερη κατανάλωση ενέργειας αλλά και μικρότερη ρύπανση από τις εκπομπές του διοξειδίου άνθρακα.⁶ Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αλλά και το Συμβούλιο Υπουργών της Ε.Ε. έχουν θέσει τρεις άξονες-στόχους για την ενεργειακή πολιτική και στρατηγική:

- ✓ Ασφάλεια τροφοδοσίας της Ευρώπης
- ✓ Περιβάλλον (μείωση των επιπτώσεων από την καύση της ενέργειας)
- ✓ Ανταγωνιστικό κόστος της ενέργειας

1.7 Οφέλη από τη Βελτίωση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας των Κτιρίων

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας, σε κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μπορεί να αποδώσει οφέλη στα τρία παρακάτω διακριτά επίπεδα:

Πίνακας 3Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής

Οικονομικά οφέλη	Συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων ή στην αύξηση των κερδών της επιχείρησης. Αυτά πρέπει να αξιολογηθούν με βάση το κόστος της εφαρμογής των μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας
Λειτουργικά οφέλη	Βοηθούν τη διαχείριση μιας βιομηχανικής μονάδας ή ενός κτιρίου να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων της (ή των ενοίκων του κτιρίου) ή, διαφορετικά, να βελτιώσει τη γενικότερη λειτουργία της.
Περιβαλλοντικά οφέλη	Αφορούν κυρίως τη μείωση των εκπομπών του CO ₂ ή/και άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), τη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και τη διατήρηση των φυσικών πόρων.

Το καθένα από τα παραπάνω οφέλη αναμένεται να εκπληρωθεί σταδιακά και να έχει αθροιστική επίπτωση. Τα κύρια οφέλη μπορεί να γίνουν άμεσα αισθητά, προερχόμενα από μέτρα μηδενικού κόστους, ή μετά από μία εύλογη περίοδο, απαιτούμενη για την αποπληρωμή των όποιων επενδύσεων. Κάποια άλλα οφέλη μπορεί να γίνουν αισθητά αρκετά αργότερα, μετά από την υλοποίηση κάποιων μακροπρόθεσμων μέτρων Ενεργειακής Αποδοτικότητας.

2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

2.1 Περιγραφή Κτιρίου

Στα πλαίσια τεκμηρίωσης της έρευνας θα μελετηθεί συγκεκριμένη κτιριακή κατασκευή. Συγκεκριμένα το παράδειγμα μελέτης θα αποτελέσει μια τετραώροφη πολυκατοικία κατασκευής 1993 στην περιοχή της Πεύκης. Η κατασκευή έγινε με βάση τις προδιαγραφές του ΓΟΚ 85. Αποτελείται από 3 ορόφους το ισόγειο, στο οποίο υπάρχει η πιλοτή και το γκαράζ, και υπόγειο, στο οποίο βρίσκονται οι αποθηκευτικοί χώροι των διαμερισμάτων, ο καυστήρας και η δεξαμενή πετρελαίου. Το κτίριο πέραν της φωτογραφικής του τεκμηρίωσης, σχεδιάστηκε στον υπολογιστή με το πρόγραμμα AutoCAD 2012 αρχικώς διςδιάστατα και στην συνέχεια τρισδιάστατα.

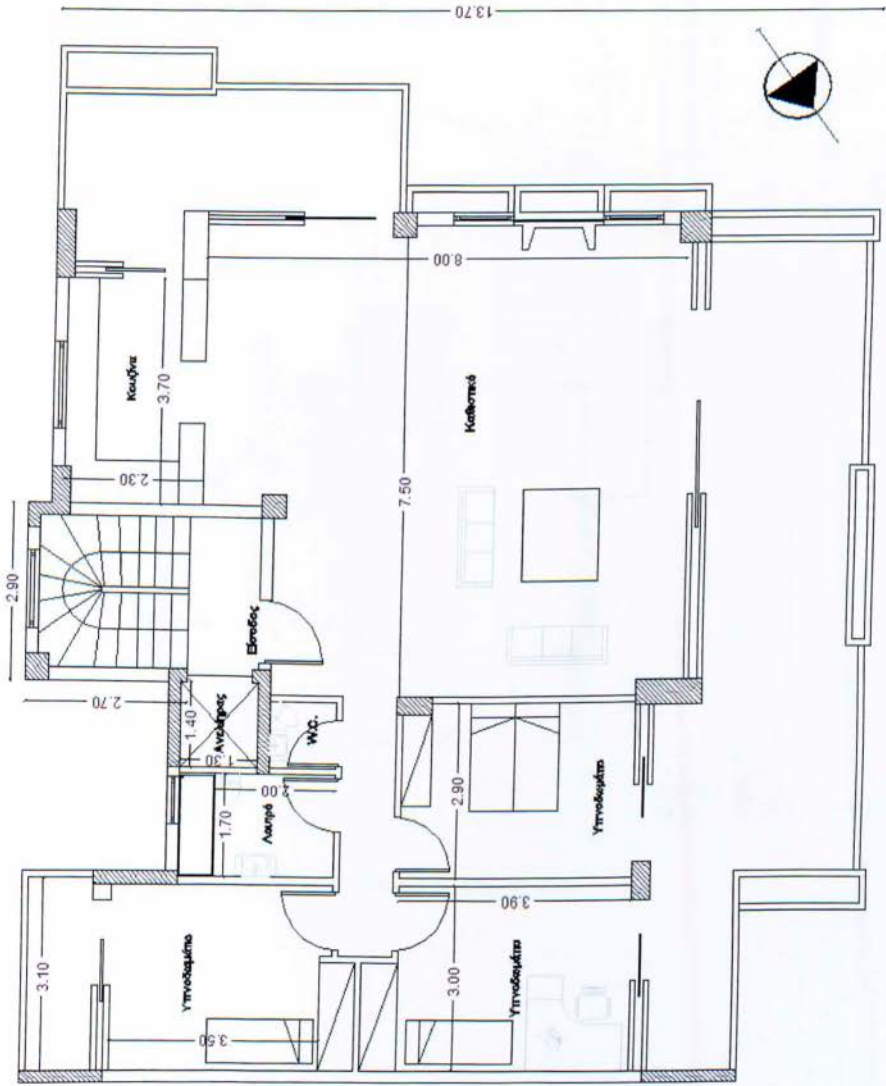


Εικόνα 3 Φωτογραφική σχεδιαστική παρουσίαση του κτιρίου μελέτης

Το κτίριο έχει ένα τυπικό όροφο, ο οποίος διαμορφώνεται ως αυτόνομο οροφοδιαμέρισμα συνολικού εμβαδού $126,00\text{m}^2$.



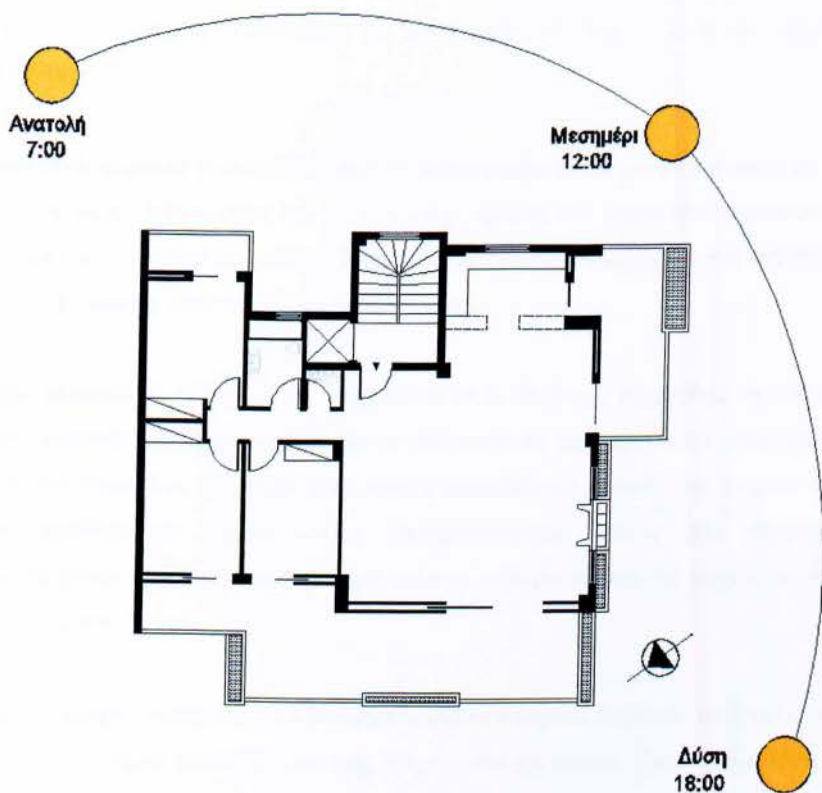
Εικόνα 4 Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου μελέτης



Εικόνα 5 Κατώγη τριτοκού ορόφου

2.2 Προσανατολισμός

Ο ορθός σχεδιασμός της τοποθεσίας και του κτιρίου επιτρέπει την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την ψυχρή περίοδο και προστατεύει το κτίριο από την υπερθέρμανση από τον ήλιο κατά τη θερμή περίοδο.



Εικόνα 6 Σκαρίφημα ηλιακής τροχιάς

Δυτική πλευρά: Η δυτική πλευρά του κτιρίου μπορεί να προβλεφθεί με μικρές διαστάσεις και να προστατεύεται από κατάλληλη σκίαση. Παράλληλα προβλέπεται καλή μόνωση της δυτικής όψης και αποφεύγονται ανοίγματα γιατί το καλοκαίρι από το μεσημέρι και μετά δέχονται τον ήλιο άμεσα. Καλό είναι λοιπόν να επιλέγουμε ανοίγματα στη δυτική όψη μόνο σε περιπτώσεις φωτισμού και θέας. Τέλος στις δυτικές όψεις, στέγες και αμμοσκεπές δεν παρέχουν μεγάλη προστασία, έτσι συνιστάται εξωτερική σκίαση κατακόρυφου τύπου η οποία επιτυγχάνετε με τη τοποθέτηση αειθαλής βλάστησης με προτίμηση δέντρων πυκνού φυλλώματος (κυπαρίσσι).

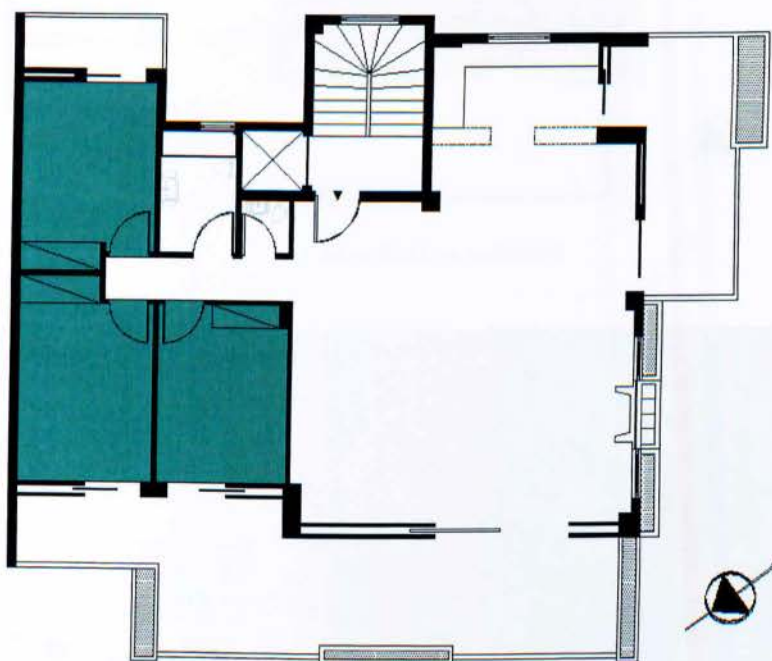
Ανατολική πλευρά: Η ανατολική πλευρά παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά με την δυτική πλευρά. Βέβαια όμως λόγω της ηλιακής τροχιάς ένα κτίριο που αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα ανατολής – δύσης έχει μεγαλύτερα οφέλη από ένα αντίστοιχο που αναπτύσσεται κατά τον άξονα βοράς – νότος.

Νότια πλευρά: Η νότια πλευρά το χειμώνα είναι ιδιαίτερα ευεργετημένη από την άμεση ακτινοβολία που δέχεται, αλλά το καλοκαίρι το προνόμια αυτό μετατρέπεται σε μειονέκτημα. Για να αποφευχθεί αυτή η ανεπιθύμητη έκθεση του κτιρίου στον ήλιο προβλέπονται τοίχοι μάζας, δεντροφυτεύσεις καθώς και πέργκολες αναρριχόμενων φυτών. Η νότια πλευρά, επίσης, ενδείκνυται και για εισροή φυσικού φωτισμού στον χώρο.

Βόρεια πλευρά: Ανοίγματα στη βορινή πλευρά του κτιρίου βοηθούν στην καλλίτερη ποιότητα φωτισμού γιατί δέχονται φως διάχυτο και όχι άμεσο. Παράλληλα όμως τα ανοίγματα δεν πρέπει να είναι μεγάλων διαστάσεων γιατί τους χειμερινούς μήνες αποκομίζουν ελάχιστα κέρδη για τη θέρμανση του κτιρίου και το χρεώνουν με μεγάλες απώλειες.

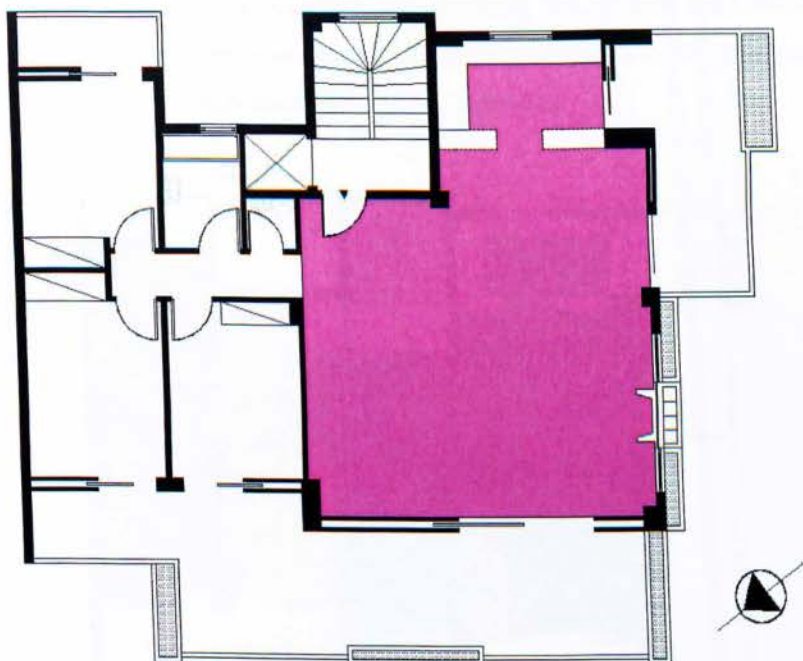
2.3 Σχέδια Κατασκευής Τυπικού Ορόφου

Στα σχέδια που ακολουθούν παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του κάθε χώρου του τυπικού ορόφου της κατασκευής. Για κάθε χώρο προσδιορίζονται η χρήση του, τα τετραγωνικά κάλυψης, τα θερμαντικά σώματα καθώς και τα ανοίγματα που διαθέτει. Αρχικώς παρουσιάζονται τα υπνοδωμάτια. Πρόκειται για τρία υπνοδωμάτια που βρίσκονται στην βορινή και βορειοανατολική πλευρά του κτιρίου και έχουν εμβαδόν $11,80 \text{ m}^2$ έκαστο. Σε κάθε υπνοδωμάτιο υπάρχει ένα θερμαντικό σώμα και ένα άνοιγμα (μπαλκονόπορτα)



Εικόνα 7Υπνοδωμάτια, ιδιωτικοί χώροι

Το καθιστικό μαζί με την κουζίνα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του διαμερίσματος. Βρίσκονται στην νοτιοανατολική πλευρά και έχουν συνολικά έκταση $61,00 \text{ m}^2$. Στο χώρο της κουζίνας υπάρχουν δύο ανοίγματα (παράθυρο πάνω από τον νεροχύτη και μπαλκονόπορτα) και ένα θερμαντικό σώμα. Η συσκευή της κουζίνας λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα.

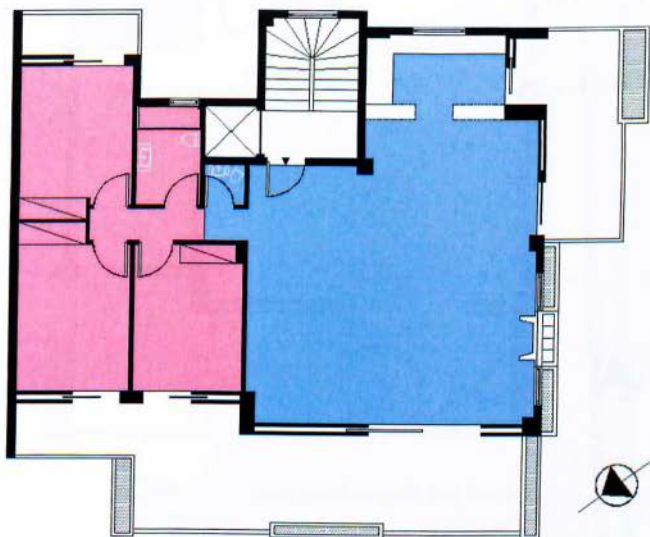


Εικόνα 8 Σαλόνι, καθιστικό

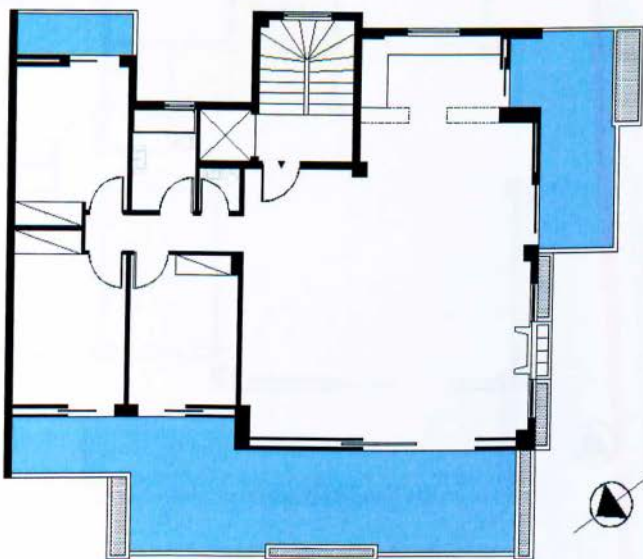


Εικόνα 9 Φωτογραφία του καθιστικού του τυπικού ορόφου

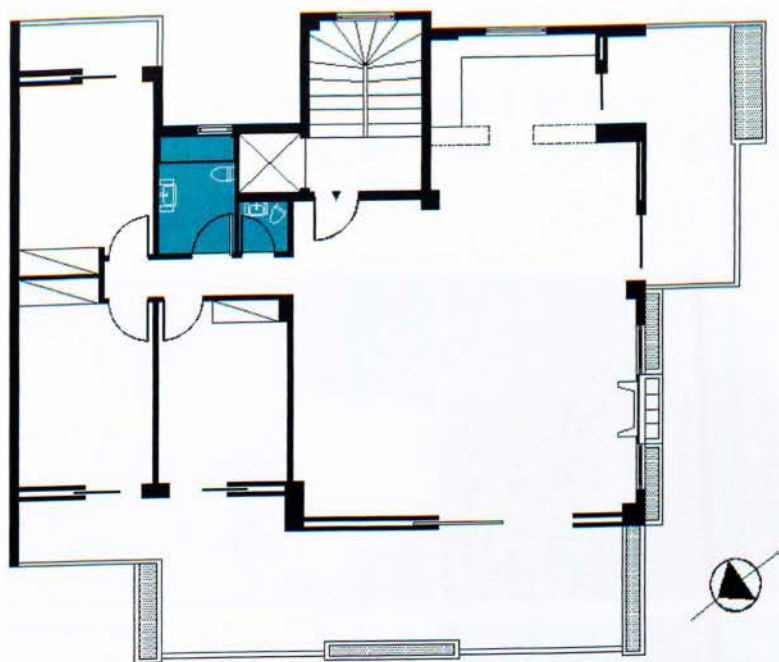
Κατά τον σχεδιασμό της εσωτερικής διαμόρφωσης των ορόφων ακολουθήθηκε η αρχή του διαχωρισμού των δημόσιων από τους ιδιωτικούς χώρους. Η απομόνωση των χώρων προσβλέπει στην λειτουργικότητα της κατοικίας.



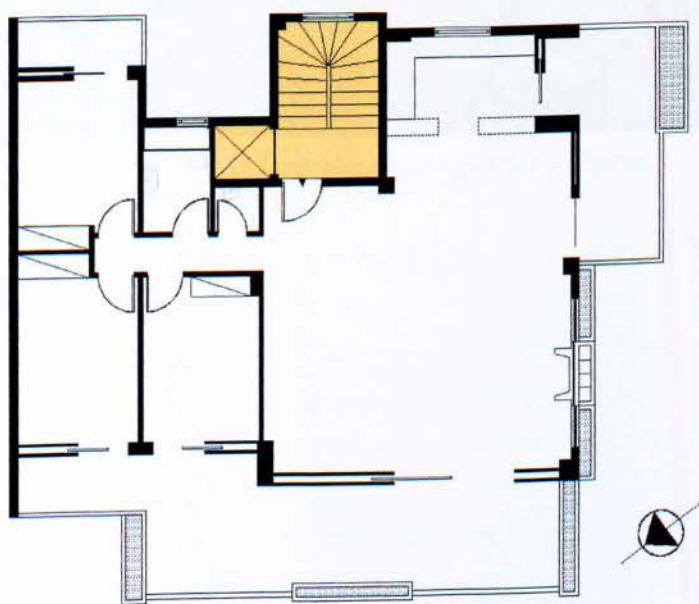
Εικόνα 10 Η κάτοψη του τυπικού ορόφου (ροζ: δημόσιος, μπλε: ιδιωτικοί)



Εικόνα 11 Εξώστες, πρόβολοι κατασκευής



Εικόνα 12 Ο χώρος του λουτρού και του w.c.



Εικόνα 13 Ο χώρος του κλιμακοστασίου, με εμβαδόν $13,90\text{m}^2$.

2.4 Δώμα

Στο δώμα υπάρχει μόνο στην νοτιοανατολική του πλευρά η κατάληξη του κλιμακοστασίου. Το εμβαδόν της είναι $13,90\text{m}^2$. και έχει ύψος $2,90\text{m}$. Στη συνέχεια παρουσιάζονται φωτογραφίες του δώματος



Εικόνα 14 Φωτογραφική τεκμηρίωση του δώματος

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

3.1 Διαδικασία Συλλογής Πληροφοριών

Η βασική διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι η επί τόπου επίσκεψη και η επιθεώρηση των κτιριακών εγκαταστάσεων για την καταγραφή των στοιχείων. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συγκεντρώνονται όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Συγκεκριμένα οι εργασίες που πρόκειται να γίνουν είναι:

- ✓ Διαχωρισμός κτιρίου σε θερμικές ζώνες
- ✓ Ανάλυση Γεωμετρίας και Προσανατολισμού Πολυκατοικίας
- ✓ Προσδιορισμός συνθηκών λειτουργίας των διαμερισμάτων της πολυκατοικίας
- ✓ Ανάλυση Συστήματος Θέρμανσης Κτιρίου
- ✓ Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών Πολυκατοικίας
- ✓ Προτάσεις Επεμβάσεων

3.1 Διαχωρισμός Κτιρίου σε Θερμικές Ζώνες

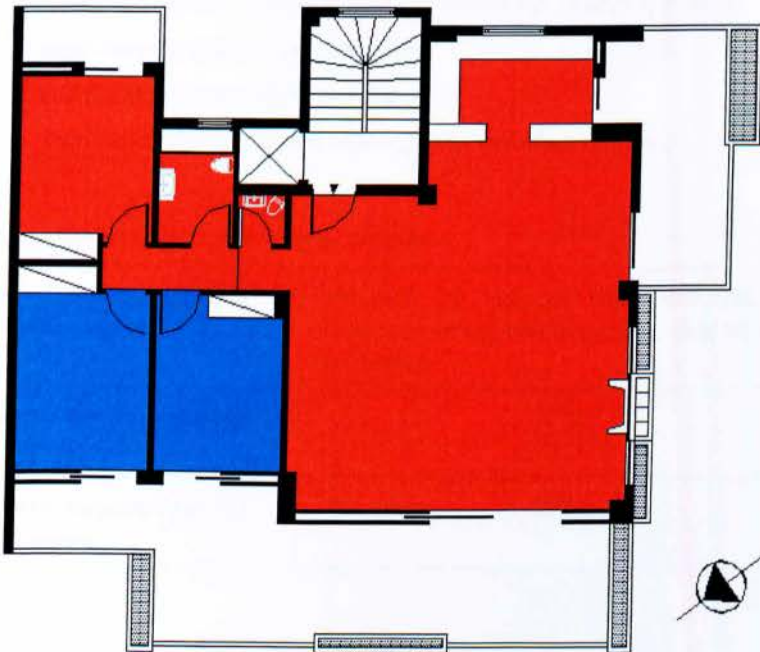
Για την καταγραφή των δεδομένων και τεχνικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου θα πρέπει να χωριστεί το κτίριο σε θερμικές ζώνες. Οι θερμικές ζώνες είναι χώροι με παρόμοια χρήση και ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την συνολική κατανάλωση του κτιρίου δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.

Η ακρίβεια των υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων. Ως εκ τούτου, καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων

του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε ζώνες συνιστάται:

- ✓ Ο καθορισμός του μικρότερου δυνατού αριθμού θερμικών ζωνών στο κτίριο για ευκολία και συντομία στην εκπόνηση της μελέτης.
- ✓ Επιφάνεια θερμικής ζώνης μικρότερη από 10% της συνολικής επιφάνειας άλλων ζωνών με παρόμοιες συνθήκες να κατανέμεται σε αυτές τις ζώνες.

Το υπό μελέτη κτίριο χωρίζεται σε δύο θερμικές ζώνες¹. Στην πιο ψυχρή ζώνη λόγω του προσανατολισμού τους τοποθετούνται τα δύο βορινά υπνοδωμάτια. Στην πιο θερμική ζώνη τοποθετείται το καθιστικό και η κουζίνα (λόγω του προσανατολισμού και την συνεχή χρήση από τους κατοίκους) το λουτρό το w.c. και το υπνοδωμάτιο (λόγω προσανατολισμού).



Εικόνα 15 Διαχωρισμός τυπικού ορόφου σε θερμικές ζώνες

¹ Δεδομένου ότι ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες αφορά κυρίως στα κτίρια του τριτογενούς τομέα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά. που αποτελούνται από χώρους με διαφορετικές συνθήκες και ωράριο λειτουργίας. Για τα κτίρια κατοικιών και για μικρά κτίρια του τριτογενή τομέα, όπως τα κτίρια γραφείων, ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στους υπολογισμούς και για το λόγο αυτό δεν συνιστάται ο περαιτέρω διαχωρισμός κατά τους υπολογισμούς.

3.2 Συνθήκες Λειτουργίας

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα τη χρήση ή/και τους χρήστες του κτιρίου. Για το λόγο αυτό στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφοι 2.3 και 2.4) καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο συγκεκριμένες τιμές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήσηκτιρίου ή θερμικής ζώνης και σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Με την παραδοχή και χρήσηκαθορισμένων τιμών για τις συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή θερμικής ζώνης, προσδιορίζεταικατά τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει τηνενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης πουεπιρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι οι εξής:

- ✓ η χρονική περίοδος και ωράριο λειτουργίας κτιρίου
- ✓ η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο
- ✓ η επιθυμητή υγρασία του χώρου για την θερινή και χειμερινή περίοδο
- ✓ ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου
- ✓ η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου
- ✓ η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτιρίου

Πίνακας 4 Επιθυμητές θερμοκρασίες κτιρίου

Χρονική περίοδος & ωράριο λειτουργίας κτιρίου	Πρόκειται για ιδιωτική κύρια κατοικία, και γίνεται χρήση της όλο τον χρόνο, όλες τις ώρες της ημέρας
Επιθυμητή θερμοκρασία την χειμερινή περίοδο	20°C
Επιθυμητή θερμοκρασία την θερινή περίοδο	20°C

3.3 Υπολογισμός Θερμικών Αναγκών Κτιρίου

Καθώς δεν υπάρχει διαθέσιμη μηχανολογική μελέτη του κτιρίου, μια αξιόπιστη εξίσωση η οποία αποδίδει την θερμική ισχύ που χρειάζεται το κτίριο - σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες (ΤΟΤΕΕ) του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)- το οποίο θα θερμανθεί είναι η εξής:

$$P_{gen} = A \times \Delta T \times U_m \times 2,5$$

όπου

Pgen	η θερμική ισχύς του κτιρίου σε W (μονάδα ισχύος)
A	η επιφάνεια του κελύφους: εκφρασμένη σε μ^2 τοποθετούμε όλη την επιφάνεια του κελύφους που θερμαίνεται, περιλαμβάνοντας δάπεδο, οροφή και κατακόρυφη επιφάνεια των τοίχων και ανοιγμάτων που έρχονται σε επιφάνεια με τον αέρα ή βρίσκονται σε επαφή με όμορα κτίρια.
ΔT	επιδιωκόμενη διαφορά θερμοκρασίας κατά τη θέρμανση σε βαθμούς κελσίου, επιλέγω τις τιμές $\Delta T=18, 20, 23, 28$ ανάλογα με τη κλιματική ζώνη (Α, Β, Γ, Δ ζώνη) στην επικράτεια.
Um	συντελεστής που σχετίζεται με την ποιότητα θερμομόνωσης του κτιρίου ¹
2,5	Ο συντελεστής περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κτλ.

Η υπό εξέταση πολυκατοικία έχει τρία διαμερίσματα. Τα διαμερίσματα του πρώτου και του τρίτου ορόφου θα υπολογιστούν με την ίδια μεθοδολογία ενώ το δεύτερο ενδιάμεσο θα μετρηθεί ελαφρώς διαφορετικά. Οι ζώνες Α, Β, Γ, Δ κατά τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) περιλαμβάνουν νομούς σε 4 κατηγορίες από κλιματολογικά ευνοϊκότερους ως δυσμενέστερους.

¹ Επιλέγεται 3,5 για εντελώς αμόνωτο κτίριο (προ 1978-1980)

- 0,95 για κλιματική ζώνη Α
- 1,20 για κλιματική ζώνη Β
- 1,55 για κλιματική ζώνη Γ & Δ ή (εφόσον το κτίριο έχει κατασκευαστεί με κανονισμό θερμομόνωσης)

Πίνακας 5 Νομοί της Ελλάδας ανά κλιματική ζώνη

Κλιματική Ζώνη	Νομοί
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη, Κύθηρα & Νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττική (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Ίρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία (ορεινή), Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλα, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Στην συνέχεια γίνεται εφαρμογή του ως άνω τύπου. Το κτίριο βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής οπότε ανήκει στην κλιματική ζώνη Β. Συγκεκριμένα για κάθε όροφο προκύπτουν τα εξής :

Πίνακας 6 Θερμικές ανάγκες Ισόγειου

A δαπέδου	126,00m ²
A οροφης	0m ²
A περ.τοιχων	126,00m ²
ΔΤ	20 για την ζώνη Β
Um	1,20 για μονωμένο σπίτι στη ζώνη Β
Pgen	(126+126) * 20 * 1,20 * 2,5 = 15,125kW

Πίνακας 7 Θερμικές ανάγκες ορόφου Α

A δαπέδου	0,00m ²
A οροφης	0m ²
A περ.τοιχων	126,00m ²
ΔΤ	20 για την ζώνη Β
Um	1,20 για μονωμένο σπίτι στη ζώνη Β
Pgen	(126) * 20 * 1,20 * 2,5 = 7,55kW

Πίνακας 8 Θερμικές ανάγκες ορόφου Β

A δαπέδου	0,00m ²
A οροφης	0m ²
A περ.τοιχων	126,00m ²
ΔΤ	20 για την ζώνη Β
Um	1,20 για μονωμένο σπίτι στη ζώνη Β
Pgen	(126) * 20 * 1,20 * 2,5 = 7,55kW

Πίνακας 9 Θερμικές ανάγκες ορόφου Γ

A δαπέδου	0m ²
A οροφης	126,0m ²
A περ.τοιχων	126,00m ²
ΔΤ	20 για την ζώνη Β
Um	1,20 για μονωμένο σπίτι στη ζώνη Β
Pgen	(126+126) * 20 * 1,20 * 2,5 = 15,125 kW

Ως συνολικό P_{gen} προκύπτει $2*15,125 + 2*7,55 = 45,35kW$. Προκύπτει πως οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση είναι 45,35kW. Με αυτό το δεδομένο μπορούν να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις του λέβητα.

3.4 Υπολογισμός Κατανάλωσης Ρεύματος Συσκευών Οικιακής Χρήσης

Για τον προσδιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης του κάθε διαμερίσματος κατασκευάστηκε ένα πίνακας καταγραφής της κατανάλωσης κάθε οικιακής συσκευής. Ο υπολογισμός έγινε με παραδοχή συγκεκριμένων ωρών χρήσης της κάθε συσκευής. Επιπρόσθετα υπολογίστηκε το ετήσιο και το ημερήσιο κόστος χρήσης της κάθε συσκευής. Στόχος του υπολογισμού είναι η σύγκριση των τιμών με αυτές μετά την εφαρμογή νέων πιο φιλικών ενεργειακά μεθόδων.

Πίνακας 10 Υπολογισμός κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος συσκευών οικιακής χρήσης

<u>Συσκευή</u>	<u>Τεμάγια</u>	<u>Watt/Ωρα</u>	<u>Ώρες/Ημέρα</u> <u>χρήσης</u>	<u>€/έτος για τη</u> <u>χρήση</u>	<u>€/ημέρα για</u> <u>τη χρήση</u>
Υπολογιστής	1	150	5	24,64	0,07
Φορητός υπολογιστής	1	25	12	9,86	0,03
Εκτυπωτής	1	180	0	0,00	0,00
Τηλεόραση	1	250	8	65,70	0,18
Ψυγείο	1	440	24	346,90	0,95
Καφετιέρα	1	200	0,1	0,66	0,00
Πλυντήριο Πιάτων	1	1200	0,5	19,71	0,05
Πλυντήριο Ρούχων	1	500	0,2	3,29	0,01
Σίδερο	1	1000	0,5	16,43	0,05
Κλιματιστικό	3	1000	4	394,20	1,08
Φώτα	4	200	9	236,52	0,65
Φώτα	6	100	4	78,84	0,22
Κουζίνα	1	2000	2	131,40	0,36
Συνολικό ετήσιο κόστος ηλεκτρικού ρεύματος		7.245		1.328,13	3,64

3.5 Σύστημα Θέρμανσης Χώρων

Ως σύστημα θέρμανσης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει θερμική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Ο λέβητας βρίσκεται στο υπόγειο με καυστήρα πετρελαίου. Κάθε διαμέρισμα έχει το δικό του κύκλωμα, με κυκλοφορητή WILO RS 30-1(30ετίας). Η εγκατάσταση δουλεύει με ωρομετρητές. Ο λέβητας είναι γερμανικής κατασκευής Buderus κατασκευής 1989με μέγιστη ισχύς 71KW¹(όπως αναγράφεται στην πινακίδα του).

Σήμερα στην αγορά δεν κυκλοφορεί το ίδιο μοντέλο και έχει αντικατασταθεί απο το G215-78 του οποίου τα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 41 Χαρακτηριστικά λεβήτων της εταιρείας Buderus

ΤΥΠΟΣ	ΦΕΤΕΣ	ΒΑΡΟΣ KG	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΧΠΧΜ (MM)	ΙΣΧΥΣ KW	ΙΣΧΥΣ KCAL/H	ΤΙΜΗ €
G 125-25	3	150	1003 X 600 X 597	25,0	21.500	1.200,00
G 125-32	4	183	1003 X 600 X 717	32,0	27.520	1.350,00
G 125-40	5	216	1003 X 600 X 837	40,0	34.400	1.520,00
G 215-52	4	227	1111 X 600 X 787	52,0	44.720	1.800,00
G 215-64	5	272	1111 X 600 X 907	64,0	55.040	2.050,00
G 215-78	6	317	1111 X 600 X 1027	78,0	67.080	2.350,00
G 215-95	7	362	1111 X 600 X 1147	95,0	81.700	2.600,00
GE 315-105	5	543	1266 X 880 X 1125	105,00	90.300	3.380,00
GE 315-140	6	631	1266 X 880 X 1285	140,00	120.400	3.720,00
GE 315-170	7	719	1266 X 880 X 1445	170,00	146.200	4.110,00
GE 315-200	8	807	1266 X 880 X 1605	200,00	172.000	4.440,00
GE 315-230	9	895	1266 X 880 X 1765	230,00	197.800	4.840,00

¹ Έχει καθιερωθεί, να υπολογίζεται ο ονομαστικός βαθμός απόδοσης ενός λέβητα βάση της Κατώτερης Θερμογόνου Δύναμης. Στην περίπτωση μας αυτή είναι 71 KW

KIM SGG	
Kafa International	
(44)-1797-37889	
LIGHT DTL	
DATE:	16-11-12
TIME:	11:09:35
BATTERY:	AC ON
NETT %	170
O2 %	8.5
CO %	53
EFF (N)	92.4
CO2 %	11.4
FLUE C	183
INLT C	NOT FITTED
AMBIENT C	19.1
CO/CO2	0.9904
S INDEX	0.04
KAIR	35.7
Prs #bar	0.26
O2 ppm(n)	61
LOSSES %	7.6
O2 Def %	5
NOx Calc %	5
NO ppm	66
NO2 ppm	69
NO ppm (n)	76
NOx ppm (n)	88

Εικόνα 16. Φύλλο Ελέγχου καυστήρα

Ο ονομαστικός βαθμός απόδοσης λέβητα πετρελαίου είναι 92,4%. Όμως ο πραγματικός βαθμός απόδοσης των λεβήτων είναι μικρότερος στην πράξη, διότι πρέπει να ληφθούν υπόψη οι απώλειες από το φύλλο ελέγχου του συντηρητή, οι οποίες είναι 7,6%. Οπότε στην περίπτωση μας υπολογίζεται ως 84,8%. Ο υφιστάμενος λέβητας πετρελαίου έχει ισχύς 71kW. Η αποροφούμενη ισχύς του μηχανήματος προκύπτει ως εξής :

$$71\text{kW} / 0,848 = 83,73\text{kW}$$

Η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου είναι 11,7 kW/lt. Με την παραδοχή ότι ο λέβητας θα λειτουργεί 5 ώρες την ημέρα για 150 μέρες και με τιμή πετρελαίου 1,40 ευρώ/ λίτρο προκύπτει η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου.

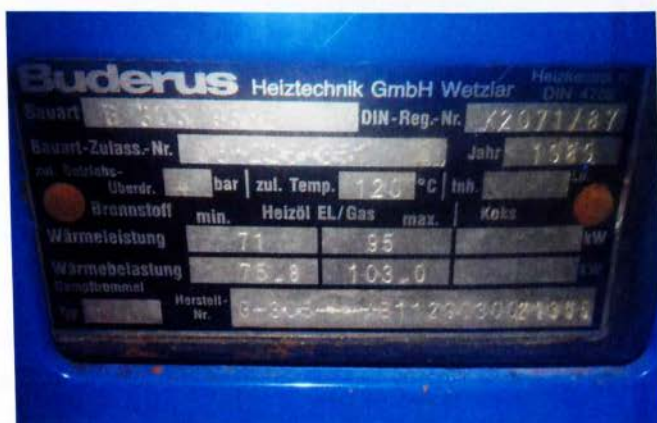
$$5 * 150 * 83,73 = 62.797,5 \text{ kWh}$$

$$62.797,5\text{kWh} / 11,7\text{kW/lt} = 5.367,31\text{lt}$$

$$5.367,31\text{lt} * 1,40 \text{ €/lt} = 7.514,23\text{€}$$

Πίνακας 52 Εκπομπές αέριων ρύπων από την καύση πετρελαίου

Καύσιμο	Εκπομπές Αέριου Ρύπου (g/kWh)					
	Διοξείδιο Άνθρακα	Διοξείδιο του Θείου	Μονοξείδιο Άνθρακα	Μονοξείδιο του Αζώτου	Υδρογονάνθρακες	Σωματίδια
Γενικά						
Πετρέλαιο	244	0.54	0.044	0.185	0.015	0.022
Περίπτωση Μελέτης						
Περίπτωση Μελέτης	16241177	35943,59	2928,737	12314,01	998,433	1464,368



Εικόνα 167 Χαρακτηριστικά λέβητα¹

¹ Ονομαστική ισχύς λέβητα είναι η θερμική ισχύς που καθορίζει και εγγυάται ο κατασκευαστής ότι μπορεί να αποδίδει ο λέβητας σε συνεχή λειτουργία με συγκεκριμένο καύσιμο, με το συντελεστή απόδοσης που καθορίζει ο ίδιος ο κατασκευαστής. Εκφράζεται σε Κιλοβάτ (kW).



Εικόνα 18 Φωτογραφίες από το λεβητοστάσιο

3.6 Απαιτούμενες Επεμβάσεις - Προτάσεις

Από τα αποτελέσματα της επιθεώρησης που έγινε θα επιλεγούν οι επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που μπορούν να εφαρμοστούν. Οι επεμβάσεις θα πρέπει να είναι ενεργειακά και οικονομικά αποδοτικές, καθώς κι εκείνες που παρουσιάζουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά έχουν υψηλό κόστος εφαρμογής και μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση διαθέσιμων χρηματοδοτικών εργαλείων, ώστε να γίνουν οικονομικά ελκυστικές. (0031/2010, 2010)(Κ.Α.Π.Ε., 2009). Συγκριμένα προτείνονται οι εξής εφαρμογές:

- ✓ Αντικατάσταση του λέβητα καύσης πετρελαίου με λέβητα καύσης φυσικού αερίου
- ✓ Εκπόνηση μελέτης και εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στο δώμα της κατασκευής
- ✓ Αντικατάσταση των λαμπτήρων φωτισμού με νέους λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης
- ✓ Αντικατάσταση των κλιματιστικών με ανεμιστήρες οροφής

Αναμένεται πως μετά τις ως άνω επεμβάσεις θα υπάρξει μεγάλη διαφορά στις ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου.

4. ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

4.1 Εγκατάσταση Συστήματος Καύσης Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο είναι οικονομικότερο από το πετρέλαιο κατά 18%. Ένα σύστημα που λειτουργεί με λέβητα πετρελαίου μπορεί να μετατραπεί σε αερίου. Η μετατροπή από λέβητα πετρελαίου σε λέβητα αερίου είναι επέμβαση που θα μας κοστίσει 4.000-6.000 ευρώ. Υπάρχει και η λύση της πλήρους αυτονομησης με την χρήση μονάδας επιτοίχιου λέβητα. Ο επιτοίχιος λέβητας είναι μικρών διαστάσεων μονάδα που τοποθετείται σε κάποιο σημείο της περιμέτρου της ιδιοκτησίας, για παράδειγμα στην πρόσοψη ή πλάγια όψη ενός διαμερίσματος και στο σημείο αυτό φτάνουν σωληνώσεις από φυσικό αέριο που παρέχουν το καύσιμο στο διαμέρισμα.

Για την επέμβαση αυτού του τύπου η τιμή ποικίλει και κυμαίνεται από 1.800-2.500 ευρώ, τιμή που περιλαμβάνει το κόστος του επιτοίχιου λέβητα και των απαραίτητων σωληνώσεων-οδεύσεων για να το επιτύχουμε. Το αέριο είναι απόλυτα ασφαλές, έχει το προτέρημα ως καύσιμο ότι πρώτα το καταναλώνεις και μετά το πληρώνεις, δεν υπάρχει ζήτημα διαρροής αερίου εντός κλειστού χώρου. Μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές όπου δεν υπάρχει δίκτυο.

Η αλλαγή μιας εγκατάστασης σε καυσίμου αερίου με στόχο την βελτίωση της τιμής είναι δυνατόν να αναληφθεί (Αττική) από την ίδια την ΕΠΑ. Η ΕΠΑ μέσω των ερχόμενων λογαριασμών χρεώνει με δόσεις την εγκατάσταση.



Εικόνα 179 Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου

4.1.1 Στοιχεία Σχεδιασμού

Ξεκινώντας τη μελέτη οι παράμετροι που απαιτούνται να προσδιοριστούν είναι οι παρακάτω:

Είδος Συσκευών : Στην παρούσα μελέτη καλούμαστε να καλύψουμε τις ανάγκες του κτιρίου για μαγείρεμα με τη χρήση φυσικού αερίου. Θα χρειαστεί να τοποθετηθεί κουζίνα αερίου.

Πίεση Λειτουργίας : Η συνήθης πίεση λειτουργίας είναι τα 23 mbar. Οι υπολογισμοί στη παρούσα μελέτη πραγματοποιούνται για 25 mbar.

Τύπος Συσκευών : Οι οικιακές μαγειρικές συσκευές εντάσσονται στη κατηγορία Αψ. Μιλάμε για συσκευές αερίου χωρίς εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων. Ο αέρας καύσης λαμβάνεται από το χώρο εγκατάστασης.

Αερισμός Χώρου : για τις μαγειρικές συσκευές τύπου Α έως; 11kW χρειάζεται ο χώρος να έχει όγκο μεγαλύτερο από 20 m^3 και ένα άνοιγμα (πόρτα ή παράθυρο) προς το εξωτερικό περιβάλλον. Για χώρους μικρότερους των 20 m^3 απαιτείται θυρίδα αερισμού 150 cm^2 .



Εικόνα 20 Σωλήνωση φυσικού αερίου με ράγα στήριξης, υπόγεια γραμμή φυσικού αερίου,

Ισχύς Συσκευών : Για οικιακή χρήση οι μαγειρικές συσκευές υπολογίζονται με θερμική ισχύς $P = 11\text{kW}$

Οι μετρητές : Οι μετρητές θα τοποθετηθούν πλησίον της ρυμοτομικής γραμμής και θα γίνει γείωση. Η θέση τους δείχνεται στα σχέδια. Από τους μετρητές θα ξεκινάει το δίκτυο των σωληνώσεων που τροφοδοτεί τις συσκευές. Τοποθετούμε έναν μετρητή για κάθε μια ιδιοκτησία και ένα κοινόχρηστο.

Η όδευση των σωληνώσεων : Οι σωληνώσεις που βρίσκονται εκτός του κτιρίου οδεύουν εντός του εδάφους ή εμφανής πάνω σε δομικά στοιχεία του κτιρίου. Πρέπει να τηρούνται οι αποστάσεις ασφαλείας από άλλα δίκτυα που είναι:

- 10 cm. από ορατά καλώδια και 5 cm. από εντοιχισμένα καλώδια.
- 1 m. από τους ηλεκτρικούς μετρητές

4.1.2 Εκπομπές Αερίων

Σύμφωνα με στοιχεία που δημοσιεύονται από την εταιρεία παροχής φυσικού αερίου στην Αθήνα προκύπτουν τα εξής στοιχεία για τις εκπομπές αερίων από την χρήση φυσικού αερίου σαν υλικό καύσης.

Πίνακας 63 Σύγκριση εκπομπών αερίων από την καύση των δύο καυσίμων

Καύσιμο	Εκπομπές Αέριου Ρύπου (g/KWh)					
	Διοξείδιο Άνθρακα	Διοξείδιο του Θείου	Μονοξείδιο Άνθρακα	Μονοξείδιο του Αζώτου	Υδρογονάνθρακες	Σωματίδια
Γενικά						
Φυσικό Αέριο	177	0.000	0.022	0.137	0.005	0.007
Περίπτωση Μελέτης						
Περίπτωση Φυσικού Αερίου	11781509	0	1464,368	9119,021	332,811	465,9354

4.1.3 Ενεργειακή Κατανάλωση

Ο νέος λέβητας που θα τοποθετηθεί θα πρέπει να είναι ίδιας ισχύς με αυτόν που θα αντικατασταθεί, δηλαδή 71kW. Η ονομαστική του απόδοση είναι 95% και λόγω των απωλειών υπολογίζεται 92%. Η θερμογόνος δύναμη του φυσικού αερίου είναι 10,5 kW/lit και η τιμή του καυσίμου είναι 0,70€ . Σχετικά με τις ώρες λειτουργίας θα ισχύσουν οι ίδιες παραδοχές με το καυστήρα πετρελαίου. Ως εκ τούτου προκύπτουν :

$$71\text{kW} / 0,92 = 77,17\text{kW}$$

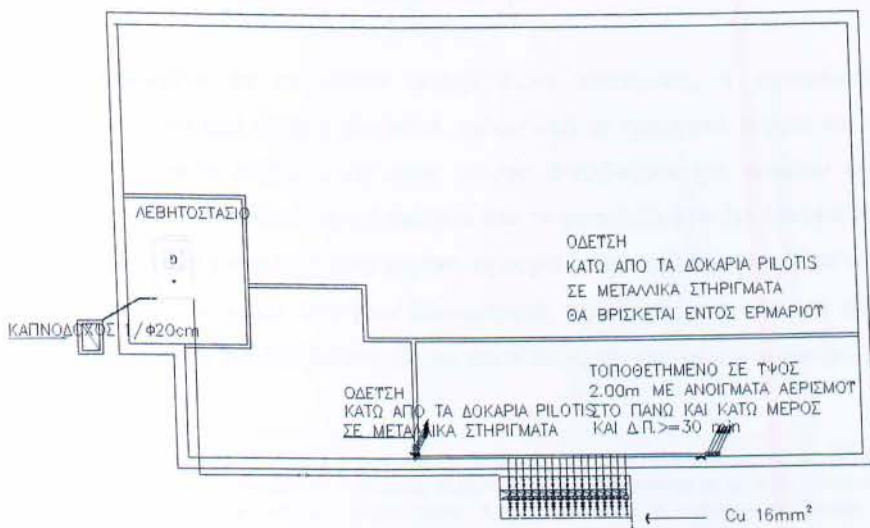
$$5 * 150 * 77,17 = 57.880,4\text{kWh}$$

$$57.880,4\text{kWh} / 10,5\text{kW/lit} = 5.512,41\text{lit}$$

$$5.512,41\text{lit} * 0,70\text{€/lit} = 3.858\text{€}$$

4.1.4 Σχεδίαση Συστήματος

Στα σχέδια που ακολουθούν παρουσιάζονται η κάτοψη του υπογείου όπου θα τοποθετηθεί ο λέβητας και η τομή της κατοικίας, σύμφωνα με την μηχανολογική μελέτη.



Εικόνα 21 Κάτοψη εγκατάστασης λέβητα στο υπόγειο της κατασκευής

4.2 Μελέτη Τοποθέτησης Φωτοβολταϊκών Πάνελ

Μετά από τέσσερις δεκαετίες έρευνας, τα φωτοβολταϊκά βρήκαν τα τελευταία χρόνια έναν σημαντικό αριθμό εφαρμογών. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών είναι τα ακόλουθα:

1. Έχουν μέσο χρόνο ζωής τουλάχιστον τριάντα χρόνια.
2. Έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές μικρές και μεγάλες εφαρμογές.
3. Παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από mW έως MW.
4. Είναι δυνατή η εφαρμογή τους σε περιοχές όπου είναι αδύνατη η τροφοδότησή τους με ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο.
5. Η τεχνολογία τους είναι αρκετά υψηλή και για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται μαζική η παραγωγή τους για να τροφοδοτείται με αυτά η αγορά.

4.2.1 Τύπος Σύνδεσης

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες σύνδεσης φωτοβολταϊκών συστημάτων:

- ✓ Το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv) με το δίκτυο της ΔΕΗ
- ✓ Το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv).¹

Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας εφ' όσον υπάρχει διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία τότε το δίκτυο παρέχει τη συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το

¹ Η απλούστερη μορφή του δεύτερου εκ των δυο (το αυτόνομο σύστημα) αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια φωτοβολταϊκό πλαίσιο, η οποία μόνη της τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποτεδήποτε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Αυτού του τύπου το σύστημα είναι κοινό σε εφαρμογές οικιακές ή γεωργικές, άντληση.

δίκτυο. Επίσης στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης.

Για τη σύνδεση των Φ/Β σταθμών με το δίκτυο απαιτείται σχετική τεχνική μελέτη η οποία εγκρίνεται από τη ΔΕΗ. Η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται κατόπιν σύναψης σύμβασης με τον Διαχειριστή (ΔΕΣΜΗΕ) η οποία ισχύει για 10 χρόνια και μπορεί να παρατείνεται για άλλα 10 χρόνια, μονομερώς με έγγραφη δήλωση του παραγωγού, εφόσον αυτή υποβάλλεται τουλάχιστον 3 μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Το ακριβές περιεχόμενο των συμβάσεων πώλησης θα καθορισθεί με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης.

4.2.2 Άδεια Παραγωγής - Εγκαταστάσεις έως 20 Kw

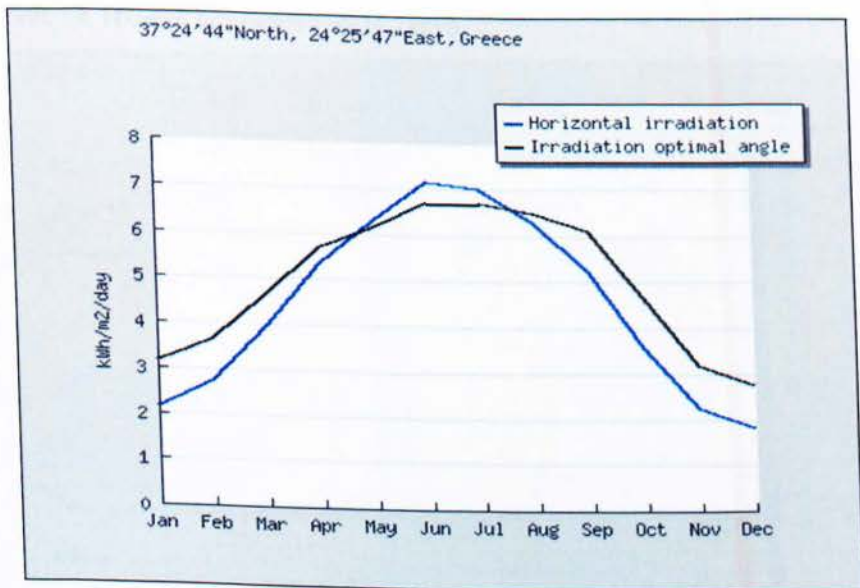
Για εγκαταστάσεις έως 20kW δεν απαιτούνται άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας. Ωστόσο απαιτείται, πριν την εγκατάσταση, η ενημέρωση του διαχειριστή του Συστήματος (ΔΕΗ) για τη θέση και την ισχύ των εγκαταστάσεων. Μετά από σχετική αίτηση, γίνονται οι αναγκαίες ενέργειες για τη σύνδεση, όπου ρυθμίζονται και οι σχετικοί όροι. Η αίτηση περιλαμβάνει οπωσδήποτε τον τίτλο της νόμιμης κατοχής του χώρου εγκατάστασης καθώς και άδεια ανέγερσης τυχόν αναγκαίων κτισμάτων. Εξαιρέση από τα παραπάνω αποτελεί η περίπτωση εγκαταστάσεων σε Μη διασυνδεδεμένα Νησιά όπου υφίσταται κορεσμός του ηλεκτρικού δικτύου, γεγονός που διαπιστώνεται με απόφαση της ΡΑΕ. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται άδεια παραγωγής.

4.2.3 Ηλιακό Δυναμικό

Το ηλιακό δυναμικό της περιοχής της Αττικής (γεωγραφικές συντεταγμένες: προσδιορίζεται μέσω της ιστοσελίδας της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

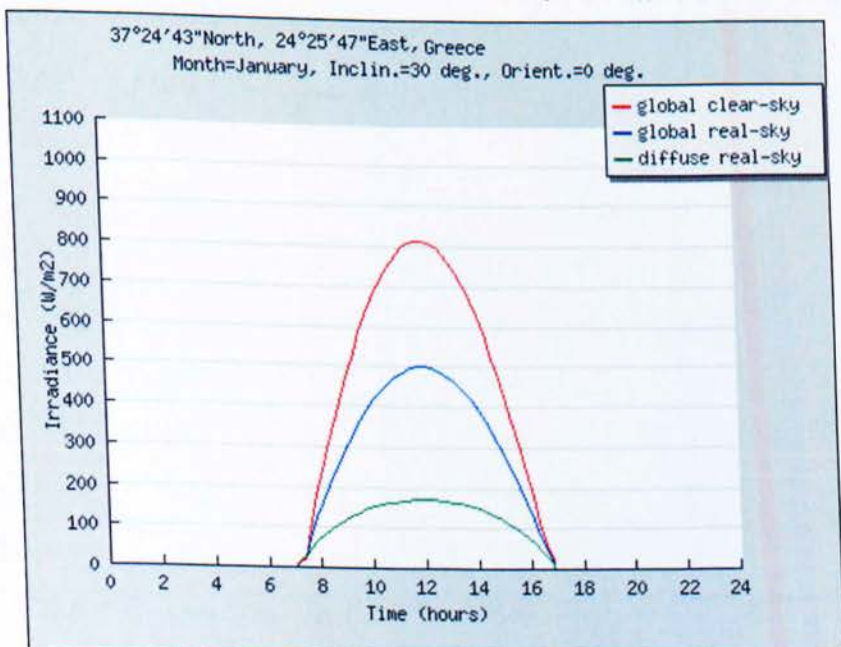
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvest.php?lang=en&map=europe>).

Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει το ηλιακό δυναμικό ανά 15 λεπτά κατά τη διάρκεια μίας τυπικής ημέρας ενός επιλεγμένου μήνα (Ιανουάριος), λαμβάνοντας υπόψη τη θεωρούμενη κλίση και προσανατολισμό των Φ/Β πλαισίων.



Σχήμα 1. Πίνακας και Διάγραμμα της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας ανά μήνα σύμφωνα με μετρήσεις στην Αττική

Πιθανές σκιάσεις από τοπικά εμπόδια μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις τιμές. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από το παρακάτω γράφημα.



Σχήμα 2 Γράφημα με πιθανές κλιματικές συνθήκες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών πινελών.

Πίνακας 14. Ηλιακό δυναμικό ανά 15 λεπτά

Time	Global Irr. clearsky (W/m ²)	Global Irradiance (W/m ²)	Beam Irradiance (W/m ²)	Diffuse Irradiance (W/m ²)	Reflected Irradiance (W/m ²)
7.12	10	12	0	12	0
7.38	22	26	0	26	0
7.62	115	83	36	47	1
7.88	182	125	58	66	1
8.12	244	164	82	80	1
8.38	306	202	107	94	1
8.62	367	239	132	106	2
8.88	426	274	156	116	2
9.12	482	307	179	126	2
9.38	534	338	202	134	2
9.62	583	367	223	141	2
9.88	628	393	242	148	3
10.12	669	416	260	153	3
10.38	705	437	276	158	3
10.62	736	454	290	162	3
10.88	762	469	301	165	3
11.12	783	481	311	167	3
11.38	799	490	318	169	3
11.62	810	496	323	170	3
11.88	815	499	325	171	3
12.12	815	499	325	171	3
12.38	810	496	323	170	3
12.62	799	490	318	169	3

12.88	783	481	311	167	3
13.12	762	469	301	165	3
13.38	736	454	290	162	3
13.62	705	437	276	158	3
13.88	669	416	260	153	3
14.12	628	393	242	148	3
14.38	583	367	223	141	2
14.62	534	338	202	134	2
14.88	482	307	179	126	2
15.12	426	274	156	116	2
15.38	367	239	132	106	2
15.62	306	202	107	94	1
15.88	244	164	82	80	1
16.12	182	125	58	66	1
16.38	115	83	36	47	1
16.62	62	47	18	29	0
16.88	24	19	7	13	0

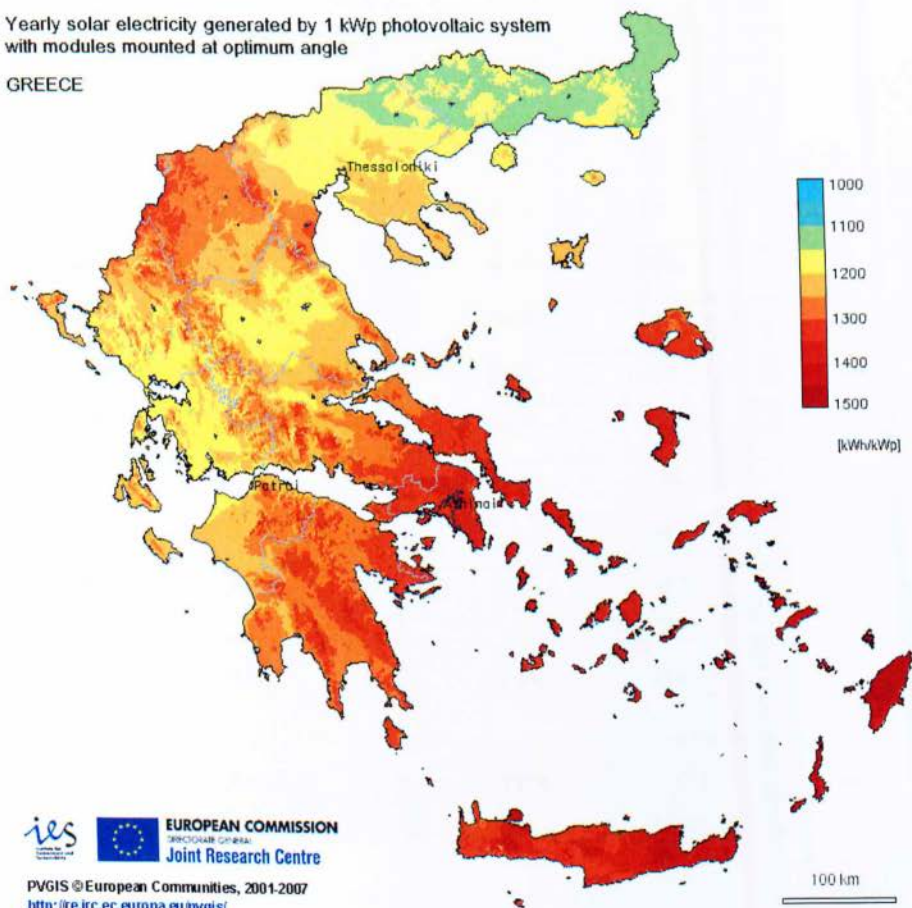
Το ηλιακό δυναμικό ανά 15 λεπτά κατά τη διάρκεια μίας τυπικής ημέρας ενός επιλεγμένου μήνα (Ιανουάριος), λαμβάνοντας υπόψη τη θεωρούμενη κλίση και προσανατολισμό των Φ/Β πλαισίων

4.2.4 Ενεργειακή Απόδοση

Ο χάρτης που παρουσιάζει το ηλιακό δυναμικό στη χώρα μας παρουσιάζεται παρακάτω:

Yearly solar electricity generated by 1 kWp photovoltaic system
with modules mounted at optimum angle

GREECE



Εικόνα 22 Το Ηλιακό δυναμικό της Ελλάδος

Οι παρακάτω τιμές προκύπτουν από στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

(<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvest.php?lang=en&map=europe>).

Έχουν θεωρηθεί αυστηρά απώλειες της τάξεως του 10% για το σύστημα.

Πίνακας 15. Ηλιακό Δυναμικό

Fixed system: inclination=30°, orientation=0° (optimum)				
Month	$E_d(kWh)$	$E_m(kWh)$	$H_d(kWh/m^2)$	$H_m(kWh/m^2)$
Jan	2.60	80.6	3.12	96.7
Feb	2.98	83.4	3.62	101
Mar	3.76	116	4.64	144
Apr	4.51	135	5.68	171
May	4.76	147	6.14	190
Jun	5.07	152	6.69	201
Jul	5.01	155	6.68	207
Aug	4.87	151	6.48	201
Sep	4.67	140	6.09	183
Oct	3.67	114	4.64	144
Nov	2.55	76.4	3.14	94.1
Dec	2.25	69.8	2.72	84.3
Yearly average	3.90	118	4.98	151
Total for year	1420		1820	

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

4.2.5 Βασικός Εξοπλισμός

Για τη διαστασιολόγηση του Φ/Β σταθμού ενδεικτικά θα χρησιμοποιήσουμε πολυκρυσταλλικά Φ/Β πάνελ Power Plus του γερμανικού οίκου Conergy.

Για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος που παράγεται από τις Φ/Β γεννήτριες σε εναλλασσόμενο ρεύμα ποιότητας δικτύου ΔΕΗ θα χρησιμοποιηθούν αντιστροφείς DC/AC. Ενδεικτικά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω αντιστροφείς SMA Sunny Tripower 12000TL/15000TL.

Οι βάσεις στήριξης είναι σταθερού προσανατολισμού και είναι κατάλληλες για διαφορετικούς τύπους Φ/Β πλαισίων και είναι ειδικά σχεδιασμένες για εφαρμογές μικρής ως και μεγάλης κλίμακας. Βασικά πλεονεκτήματα των βάσεων αυτών είναι ότι προσφέρουν γρήγορη συναρμολόγηση, υψηλή αξιοπιστία και αντοχή. Ενδεικτικά θα χρησιμοποιηθούν οι βάσεις Exalco Sunergy. Εναλλακτικά, για επίτευξη καλύτερης απόδοσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα ηλιοπαρακολουθητών (trackers) με υψηλότερο κόστος. Η περίπτωση αυτή δε θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία.

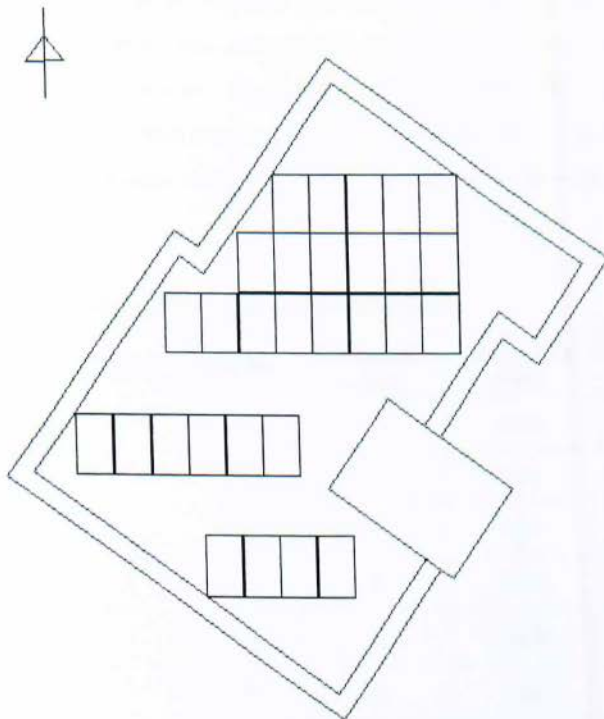
4.2.6 Υπολογισμός Εγκατεστημένης Ισχύς

Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος έγινε χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στην κάτοψη της οροφής του δώματος. Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει να **τοποθετηθούν ένα μέτρο από την περίμετρο του δώματος**. Στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να τοποθετηθεί μόνο μία συστοιχία στον επιτρεπόμενο διαθέσιμο χώρο και για αυτό επειδή το κτήριο είναι στενόμακρο με την μεγάλη πλευρά προς το Νότο.

Συγκεντρωτικά τα ενεργειακά χαρακτηριστικά του συστήματος είναι

- ✓ 29 πλαίσια, συμβατικών διαστάσεων, 1,65x1,00 (lengthxwidth)
- ✓ Συνολική ισχύς 29 x 250W (nominal power of each module) = 7,25kW
- ✓ γωνία τοποθέτησης (inclination) = 10deg.
- ✓ γωνία αζιμούθια (απόκλιση ως προς νότο) = 0deg (βέλτιστος προσανατολισμός)
- ✓ από τα άκρα του κτιρίου θεωρήθηκε απόσταση 0,5m βάσει νομοθεσίας

- ✓ ετήσια παραγωγή ~ **1400kWh/kWp** (μέση παραγωγή ανά εγκατεστημένο kW η οποία εξαρτάται από την περιοχή εγκατάστασης)* 7,25kWp = 10.150 kWh
- ✓ ετήσια έσοδα ~ 10.150kWh * **0,24€/kWh**(Feed-in tariff βάσει τρέχουσας νομοθεσίας) = 2436€
- ✓ Κόστος εγκατάστασης 29 πλαίσια *215€ + 4.000€ λοιπά έξοδα = 10.235€



Εικόνα 23 Σκαρίφημα δώματος

4.3 Αντικατάσταση Συσκευών Οικιακής Χρήσης με Αντίστοιχες Λιγότερο Ενεργοβόρες

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε κτίρια κατοικιών κυμαίνεται μεταξύ 150 και 230 kWh/m². Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κυμαίνεται από 250-400 kWh/m² (κεντρική και Ανατολική Ευρώπη) έως 120-150 kWh/m² (καλά μονωμένα κτίρια στη Βόρεια Ευρώπη). Στα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια η αντίστοιχη κατανάλωση μπορεί να μειωθεί στις 60-80 kWh/m². (Dr. Α. Δημούδη, 2008). Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις και το ετήσιο κόστος μετά την αντικατάσταση των υπάρχουσών συσκευών με αντίστοιχες λιγότερο ενεργοβόρες.

Πίνακας 16 Ενεργειακές καταναλώσεις για συμβατική κατοικία

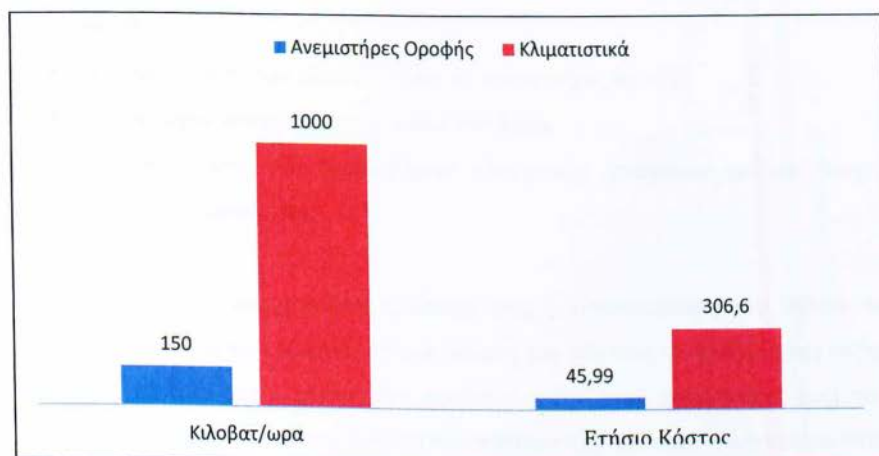
<u>Συσκευή</u>	<u>Τεμάγια</u>	<u>Watt/Ωρα</u>	<u>Ωρες/Ημέρα</u> <u>χρήσης</u>	<u>€/έτος για τη</u> <u>χρήση</u>	<u>€/ημέρα για</u> <u>τη χρήση</u>
Υπολογιστής	1	150	5	24,64	0,07
Φορητός υπολογιστής	1	25	12	9,86	0,03
Εκτυπωτής	1	180	0	0,00	0,00
Τηλεόραση	1	250	8	65,70	0,18
Ψυγείο	1	440	24	346,90	0,95
Καφετιέρα	1	200	0,1	0,66	0,00
Πλυντήριο Πιάτων	1	1200	0,5	19,71	0,05
Πλυντήριο Ρούχων	1	500	0,2	3,29	0,01
Σίδερο	1	1000	0,5	16,43	0,05
Φώτα	4	25	9	29,57	0,08
Φώτα	6	10	4	7,88	0,02
Κουζίνα	1	2000	2	131,40	0,36
Ανεμιστήρες Οροφής	3	15	4	5,91	0,02
Συνολικό ετήσιο κόστος ηλεκτρικού ρεύματος		5995		661,93	1,81

4.4 Αντικατάσταση Κλιματιστικών με Ανεμιστήρες Οροφής

Όσον αφορά τον αερισμό της κατασκευής για τους καλοκαιρινούς μήνες προτείνεται η αντικατάσταση των κλιματιστικών με ανεμιστήρες. Από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν προκύπτει πως η χρήση του ανεμιστήρα για τον δροσισμό της κατασκευής σε συνδυασμό με τα κατάλληλα ανοίγματα, αποτελεί πιο προσοδοφόρα λύση σε σχέση με τα κλιματιστικά. Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν δίνονται χαρακτηριστικά στοιχεία που επιβεβαιώνουν την ως άνω άποψη:

Πίνακας 17 Σύγκριση κόστους

Τεχνολογία	Αριθμός Τμχ	Κιλοβατ/ώρα	Ώρες λειτουργίας	Ετήσιο Κόστος	Ημερήσιο Κόστος
Ανεμιστήρας Οροφής	3	150	4	€45,99	€0,13
Κλιματιστικό (9000btu)	3	1000	4	€306,60	€0,84



Σχήμα 3

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η κατάθεση επιστημονικά άρτιων προτάσεων για την ενεργειακή αναβάθμιση μιας υφιστάμενης κατασκευής. Στα πλαίσια της έρευνας παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά της πολυκατοικίας και έγινε ανάλυση του τυπικού της ορόφου. Από την ανάλυση της υφιστάμενης κατασκευής προέκυψε πως το ετήσιο κόστος θέρμανσης ανέρχεται σε 2000€ ανά διαμέρισμα και αντίστοιχα το ετήσιο κόστος ηλεκτρικού ρεύματος για κάθε διαμέρισμα ανέρχεται σε 1300€. Οι απαιτούμενες ανάγκες θερμομόνωσης έχουν καλυφθεί πλήρως με τη χρήση διπλών τζαμιών και κατάλληλων μονωτικών υλικών σε όλα τα σημεία ενδιαφέροντος όπως οι τοιχοποιίες και οι κολώνες. Για αυτό το λόγο δεν είναι αναγκαία η επέμβαση στη θερμομόνωση του κτιρίου.

Με κριτήριο αυτά τα οικονομικά αποτελέσματα κατατέθηκαν προτάσεις ενεργειακής εξοικονόμησης. Οι δράσεις που προτάθηκαν είναι :

- Αντικατάσταση του λέβητα καύσης πετρελαίου με λέβητα καύσης φυσικού αερίου
- Αντικατάσταση των κλιματιστικών με ανεμιστήρες οροφής
- Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα
- Αντικατάσταση των ενεργοβόρων ηλεκτρικών συσκευών με αντίστοιχες λιγότερο ενεργοβόρες.

Από την εφαρμογή των μεθόδων προέκυψε πως η αντικατάσταση του λέβητα θα κοστίσει 2.350€ και θα αποφέρει ετήσια μείωση του κόστους σε καύσιμο της τάξης 4.000€. Η μεγάλη αυτή μείωση δεν οφείλεται μόνο στην χαμηλότερη τιμή του φυσικού αερίου αλλά και στην απόδοση του συστήματος, η οποία υπολογίστηκε κατά 20% μεγαλύτερη.

Από την μελέτη τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πάνελ προέκυψε πως το σύστημα έχει κόστος 10.235€ και αποφέρει 2.436€ ετησίως. Προκύπτει πως η επένδυση θα έχει απόσβεση σε 4 χρόνια. Δεδομένου ότι έχουν χρόνο ζωής 25 χρόνια το όφελος της επένδυσης ανέρχεται σε $21 * 2.436€ = 51156 €$ για όλη την διάρκεια ζωής τους.

Επιπρόσθετα σε επίπεδο οικονομικών δεικτών έγινε μελέτη σχετικά με τις ενεργειακές καταναλώσεις των ηλεκτρικών συσκευών κάθε νοικοκυριού και

προέκυψε πως με την αντικατάσταση των κλιματιστικών από ανεμιστήρες οροφής θα υπάρξει μια μείωση του ετήσιου κόστους της τάξης των 250€

Σε ενεργειακό επίπεδο από την αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης προκύπτουν μεγάλες μειώσεις ρύπων. Όπως παρουσιάζεται και στον ακόλουθο πίνακα οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα είναι μηδενικές ενώ υπάρχουν μειώσεις 40-70% στις τιμές των υπόλοιπων ρυπογόνων αερίων.

Πίνακας 18 Σύγκριση εκπομπών Φυσικού Αερίου Πετρελαίου

Καύσιμο	Εκπομπές Αέριου Ρύπου (g/kWh)					
	Διοξείδιο Ανθρακα	Διοξείδιο του Θείου	Μονοξείδιο Ανθρακα	Μονοξείδιο του Αζώτου	Υδρογονάν θρακες	Σωματίδια
Φυσικό Αέριο	11781509	0	1464,368	9119,021	332,811	465,9354
Πετρέλαιο	16241177	35943,59	2928,737	12314,01	998,433	1464,368

Όπως προκύπτει από τα ως άνω τα οφέλη για το παράδειγμα μελέτη είναι μεγάλα. Όμως τα οφέλη από την υλοποίηση του έργου δεν αφορούν τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας στο πιλοτικό κτίριο αυτό-καθαυτό, αλλά σχετίζονται με την συστηματική αντιμετώπιση των βασικών τεχνολογικών προκλήσεων που συνδέονται με την υλοποίηση παρόμοιου είδους εγκαταστάσεων, με τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό και την αξιολόγηση των τεχνικών λύσεων που προκρίθηκαν και με την απόδειξη της επιτευξιμότητας και της αποδοτικότητάς τους στην πιλοτική-επιδεικτική εγκατάσταση.

Στα έμμεσα αναμενόμενα οφέλη συμπεριλαμβάνονται η αύξηση της ανταγωνιστικότητας των προϊόντων και τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν, η ενδυνάμωση της επιχειρηματικότητας του ελληνικού κλάδου ηλιακής ενέργειας, η πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας και η μείωση του παραγόμενου CO₂. Η εξοικονόμηση επήλθε από την εφαρμογή μια σειράς σύγχρονων μεθόδων που προτάσσει ο βιοκλιματισμός.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Λάζαρη, Ε.** *Ενέργεια και κτίριο στην Ελλάδα: Υφιστάμενη Κατάσταση, Τάσεις και Τεχνολογικές Προοπτικές*. Αθήνα : Τμήμα Κτιρίων , Διεύθυνση Εξοικονόμησης Ενέργειας , ΚΑΠΕ, , Οκτώβριος 2004.
2. **Σιούτα Ν., Γιαννακούλης Α.** *Περιβάλλον, Κατασκευή, ΣΠΔ και Βιώσιμη Κατασκευή, Πρώτη Εφαρμογή του EMAS στην Κατασκευή της Ελλάδας* . s.l. : ΑΚΤΩΡ, 2010.
3. **Χρυσομαλλίδου, Ν.** *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα*. Αθήνα : Εργαστήριο Οικοδομικής και Δομικής Φυσικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ., 2004.
4. **Ψάλλα, Α.** *Ενεργειακές Κατοικίες*. *BHMagazino* . Ιούνιος 2011.
5. **Λάζαρη, Ε.** *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής* . Αθήνα : ΚΑΠΕ , 2002.
6. **Χρυσομαλλίδου, Ν.** *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα*. Αθήνα : Εργαστήριο Οικοδομικής και Δομικής Φυσικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ.
7. **Life, Πρόγραμμα.** *Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο* . 2006.